


ASSOCIATED MEDICAL SERVICES INCORPORATED
MEDICAL CARE BY PREPAYMENT

ANNALES DE CHIMIE;

OU

RECUEIL DE MÉMOIRES

CONCERNANT LA CHIMIE ET LES ARTS QUI EN DÉPENDENT.

Le prix eſt de 3 liv. 12 ſ. le volume broché.

ANNALES DE CHIMIE;

OU

RECUEIL DE MÉMOIRES

CONCERNANT LA CHIMIE ET LES ARTS QUI EN DÉPENDENT.

Par MM. DE *MORVEAU*, *LAVOISIER*, *MONGE*, *BERTHOLLET*, DE *FOURCROY*, *le Baron* DE *DIETRICH*, *HASSENFRATZ & ADET*.

TOME CINQUIÈME.



A PARIS,

RUE ET HÔTEL SERPENTE.

Et se trouve à LONDRES,

Chez JOSEPH DE BOFFE, Libraire, Gerard-Street, N°. 7 Soho.

M. DCC. XC.



ANNALES DE CHIMIE;

OU

RECUEIL DE MÉMOIRES

CONCERNANT LA CHIMIE ET LES ARTS QUI EN DÉPENDENT.

MÉMOIRE

Sur la Cause des principaux Phénomènes de la Météréologie.

Par M. MONGE.

LES physiciens ont refusé long-tems de reconnoître les molécules des corps comme capables d'exercer quelqu'action les unes sur les autres. Bornés dans leurs recherches à l'ob-

ſervation des corps conſidérés en grandes maſſes, ils n'admirent d'abord d'autres explications que celles qui leur parurent conformes aux loix générales de la mécanique ; & ce ne fut que quand ils ſe familiarisèrent enſuite avec la marche que ſuit conſtamment la nature dans les compoſitions & dans les décompoſitions chimiques, qu'ils reconnurent enfin que les molécules des corps ont toutes une tendance les unes vers les autres, & que c'eſt à cette tendance, variable pour les différens corps, qu'il faut attribuer tous les phénomènes que préſente la chimie.

Pour rendre raiſon de l'aſcenſion de l'eau dans l'atmoſphère ſans employer d'autres cauſes que les loix de l'hydroſtatique, ils étoient obligés de former des hypothèſes ingénieuſes, à la vérité, mais dont aucune ne pouvoit ſatisfaire à toutes les circonſtances des phénomènes ; on ſuppoſoit, par exemple, qu'à la ſurface des corps humides l'eau ſe formoit en petits globules véſiculaires dont la capacité étoit remplie ou par de l'air que la chaleur avoit raréfiée, ou par tout autre fluide élaſtique ; & que ces globules, devenus par-là d'une peſanteur ſpécifique moindre que celle de l'air atmoſphérique, s'élevoient juſqu'à ce qu'ils

fuſſent parvenus dans une couche dont la peſanteur ſpécifique fût égale à la leur. Mais outre que cette formation étoit purement hypothétique, elle ne pouvoit ſervir qu'à l'explication du phénomène ſeul de l'aſcenſion ; & on ne pouvoit rendre raiſon ni de la correſpondance obſervée entre les différens états de l'atmoſphère & les variations de la colonne de mercure dans le baromètre, ni de l'évaporation qu'éprouvent la glace & beaucoup d'autres corps ſolides dans l'air même le plus tranquille.

M. le Roy de Montpellier nous fit faire le premier pas dans cette carrière, en prouvant d'une manière inconteſtable que l'air a la faculté de diſſoudre l'eau, & de la convertir en fluide élaſtique, comme l'eau diſſout elle-même les ſels & les fait paſſer de l'état ſolide à l'état liquide.

Tout le monde connoît les expériences déciſives par leſquelles ce phyſicien fit voir,

1°. Que l'air, en abſorbant de l'eau, conſerve ſa tranſparence, ce qui n'auroit pas lieu ſi l'eau étoit ſimplement ſuſpendue par quelque moyen mécanique.

2°. Que la faculté diſſolvante de l'air diminuant à meſure que la quantité d'eau obſervée

augmente, ce fluide peut arriver à une véritable ſaturation.

3°. Que le point de ſaturation eſt variable ſuivant les températures; en ſorte que l'air ſaturé d'eau par une température haute, contient plus d'eau que quand il eſt ſaturé par une température plus baſſe.

4°. Que ſi l'air ſaturé d'eau éprouve un refroidiſſement, il devient ſuperſaturé, & il abandonne toute l'eau dont il ne s'étoit chargé qu'à la faveur de l'excès de la température qu'il a perdue ; & parce que ces quatre circonſtances accompagnent ordinairement toutes les diſſolutions, & en ſont regardées en général comme les caractères, il prononça que l'abſorption de l'eau par l'air eſt le réſultat d'une véritable diſſolution.

Au moyen de cette découverte ſeule, il n'étoit pas encore poſſible de rendre raiſon des grands phénomènes de la météréologie, mais il étoit déjà facile d'expliquer des faits nombreux qui ſe paſſent tous les jours ſous nos yeux, & dont on ne pouvoit appercevoir auparavant ni la cauſe, ni les rapports. Nous allons entrer à cet égard dans quelques détails.

Lorſque l'air de l'atmoſphère, ſaturé d'eau ou voiſin de l'état de ſaturation, eſt en cnotact

avec des corps dont la température eſt ſenſiblement plus baſſe que la ſienne, la couche de ce fluide qui enveloppe les corps doit ſe refroidir & abandonner toute l'eau qu'elle ne tenoit en diſſolution qu'à la faveur de ſon excès de température, & l'eau qui réſulte de cette précipitation & qui eſt dans l'état liquide, doit s'attacher à la ſurface des corps, ſi ceux-ci ſont ſuſceptibles d'en être mouillés, ou ſe diſſiper d'une manière inſenſible dans l'atmoſphère, ſi elle n'a pas la faculté de s'attacher à leurs ſurfaces; & dans l'un & l'autre de ces deux cas, la tranſparence de l'air ne doit pas être troublée, parce que ce fluide étant peu conducteur de la chaleur, il n'éprouve de refroidiſſement ſenſible que dans le voiſinage des corps, & que la précipitation ne peut pas avoir lieu dans le reſte de l'étendue de la maſſe.

C'eſt pour cette raiſon que pendant l'été les bouteilles que l'on ſort de la cave, & dont la température eſt plus baſſe que celle de l'atmoſphère, ſe mouillent par leur contact avec l'air, & continuent de le faire juſqu'à ce qu'elles aient acquis à peu près la température du milieu dans lequel elles ſont plongées, & que les vaſes dans leſquels on prend des glaces, ſe mouillent à l'extérieur, & même ſe couvrent

d'une eſpèce de frimat lorſque leur température eſt plus baſſe que celle de la congellation.

C'eſt auſſi pour cela que pendant l'hiver, quand l'air extérieur eſt plus froid que celui des appartemens, les vîtres qui ſe refroidiſſent promptement à cauſe de leur peu d'épaiſſeur ſe mouillent en-dedans, tandis qu'au contraire lorſqu'après de longues gelées l'air & les parois des appartemens ont été conſidérablement refroidis, & que le dégel ſurvient tout-à coup, les vitres refroidies par leur contact avec l'air intérieur dont la température eſt alors plus baſſe que celle de l'air extérieur, ſe mouillent en-dehors; on voit enfin pourquoi dans cette dernière circonſtance les métaux, les pierres, les bois ſe couvrent d'humidité, & pourquoi ce phénomène dure plus long-tems pour les corps qui ayant plus de maſſe, emploient, toutes choſes égales d'ailleurs, plus de tems à reprendre la température de l'atmoſphère.

Lorſque l'air atmoſphérique ſaturé d'eau ou voiſin de l'état de ſaturation éprouve un refroidiſſement ſenſible dans toute l'étendue de ſa maſſe, il doit abandonner par-tout l'eau qu'il ne tenoit en diſſolution qu'à la faveur de l'excès de ſa température précédente : l'eau qui

réfulte de cette précipitation doit fe trouver difféminée dans toute l'étendue de la maffe en globules fphériques extrêmement petits, & qui, quoique tranfparens eux-mêmes, doivent néanmoins troubler la tranfparence de la maffe d'air qui les renferme, parce que la lumière en paffant de l'air dans les globules & de ces globules dans l'air, fubit de fréquentes réfractions qui la détournent de fa direction en ligne droite; & la maffe d'air, devenu vifible par-là, doit préfenter l'afpect d'une fumée ou d'un brouillard plus ou moins épais, felon que la précipitation a été plus ou moins abondante.

Il eft facile d'après cela d'expliquer la formation de la fumée qui s'élève au-deffus de l'eau lorfqu'elle eft plus chaude que l'air environnant; car la couche d'air qui repofe fur la furface de l'eau s'échauffant par fon contact & devenant par-là moins faturée d'eau qu'elle n'étoit auparavant, en diffout en effet davantage; mais fa pefanteur fpécifique étant diminuée & par la raréfaction que produit l'élévation de fa température, & par une autre caufe que nous rapporterons plus tard, elle s'élève en confervant fa tranfparence jufqu'à ce que, par fon mélange avec l'air le plus froid qui l'environne, elle fe foit affez refroidie pour devenir

ſuperſaturée : alors elle abandonne toute l'eau qu'elle ne peut plus tenir en diſſolution par ſa température actuelle ; & cette eau abandonnée, en troublant la tranſparence de l'air, devient viſible ſous la forme d'une fumée qui ne continue de s'élever qu'à cauſe du mouvement acquis de la maſſe d'air dans laquelle elle ſe trouve, ou de l'excès de température que cette maſſe conſerve encore. Enfin, cette fumée ſe diſſipe, tant parce qu'en ſe diſtribuant dans une plus grande maſſe d'air, elle ſe délaie, pour ainſi dire, que parce que l'état de grande diviſion où elle eſt favoriſe & accélère ſa diſſolution dans l'air environnant lorſque celui-ci n'en eſt pas complettement ſaturé.

On voit donc pourquoi pendant l'hiver l'eau des rivières, quoiqu'à la température de la glace, produit de la fumée lorſque l'air de l'atmoſphère eſt ſenſiblement plus froid qu'elle ; pourquoi l'air qui ſort des caves & qui eſt pour l'ordinaire ſaturé d'eau par une température de 8 ou 10 degrés au-deſſus de la congellation, devient viſible comme une fumée lorſque la température de l'air extérieur eſt conſidérablement plus baſſe ; pourquoi l'haleine des animaux qui s'eſt échauffée & qui a diſſous de l'eau dans leurs poumons, devient viſible lorſ-

qu'il fait froid & humide, tandis qu'elle reste transparente & invisible lorsque l'air extérieur est sec & chaud ; pourquoi enfin il s'élève une fumée sensible de dessus la surface des grands animaux pendant l'hiver lorsqu'ils ont été mis en sueur ou par un travail pénible, ou par un exercice violent.

Pendant l'été, l'air des vallées échauffé par les rayons directs du soleil & par ceux que les collines ont réfléchis, dissout dans la journée une grande quantité d'eau ; mais le soir il perd sa transparence, & il devient visible sous la forme d'un brouillard lorsqu'en s'élevant au-dessus du sol il se mêle avec un air plus froid qui abaisse sa température au-dessous de celle qui convient à sa saturation exacte. Dans tous les cas analogues, la fumée & le brouillard ne sont autre chose que de l'air rendu visible par de l'eau qu'il avoit d'abord dissoute en vertu d'une température plus haute, & qu'il a ensuite abandonnée lorsqu'à cause d'un refroidissement, il en est devenu supersaturé.

M. Leroy, qui avoit été dirigé dans ses recherches par la comparaison de ce qui se passe dans la dissolution de l'eau par l'air avec ce qui a lieu dans la dissolution des sels par l'eau, étendit sa découverte aussi loin que l'analogie

pouvoit le permettre; mais il s'arrêta quand l'analogie cessa de le conduire. L'eau étant un liquide incompressible & dont la densité ne peut éprouver de variation sensible que par les changemens de température, ne peut changer de manière d'agir sur les substances qu'elle tient en dissolution que quand elle subit quelqu'altération dans sa température; tandis qu'au contraire un fluide élastique doit exercer une action plus grande sur les substances qu'il a la faculté de dissoudre; lorsque sa température reste d'ailleurs la même, ses molécules en vertu d'une plus grande pression, sont plus rapprochées, & qu'il renferme plus de masse sous le même volume; mais l'analogie n'alloit pas jusques-là, & M. Leroi ne fut conduit ni à la considération des changemens subits qui arrivent dans la constitution de l'atmosphère, ni à l'explication des principaux phénomènes de la météréologie. Cependant le pas le plus important étoit fait, le mot de *dissolution* étoit prononcé, & de bons esprits ne pouvoient tarder d'ajouter ce qui manquoit à la découverte de ce physicien.

On reconnut en effet bientôt qu'à température constante l'air dissout d'autant plus d'eau pour arriver au point de saturation, qu'il

eſt plus denſe & par conſéquent plus comprimé; en ſorte que de l'air ſaturé d'eau ſous une certaine preſſion, ceſſe de l'être & devient capable d'en diſſoudre encore lorſque la température reſtant la même, la preſſion qu'il éprouve vient à croître, & qu'au contraire il devient ſuperſaturé & qu'il abandonne de l'eau qui trouble ſa tranſparence dans toute ſon étendue lorſque ſa compreſſion vient à diminuer. Cette propoſition, qui ſeroit ſuffiſamment vérifiée par ſa ſeule conformité avec un grand nombre de phénomènes qui ont été découverts depuis, ſe démontre d'une manière inconteſtable par l'expérience ſuivante.

Si après avoir renfermé de l'air atmoſphérique ſous le récipient d'une machine pneumatique aſſez long-tems pour qu'il ait pu ſe ſaturer d'eau par ſon contact avec celle qui mouille les cuirs de la platine ou avec celle qu'on peut lui avoir expoſée, on vient à faire le vuide en mettant quelque intervalle entre les coups de piſton; & ſi l'appareil eſt diſpoſé de manière que le récipient ſoit placé entre le jour qui vient des croiſées & l'obſervateur, il eſt facile d'appercevoir que l'air du récipient qui d'abord étoit tranſparent, parce que l'eau qu'il avoit abſorbée étoit dans l'état de diſſo-

lution, perd à chaque coup de piſton ſa tranſparence d'une manière parfaitement analogue à ce qui ſe paſſe dans toute autre diſſolution troublée; qu'il en réſulte un brouillard ou une eſpèce de nuage dont l'intenſité dépend du volume du récipient; & que les globules d'eau liquide & non diſſoute qui conſtituent ce nuage tombent enſuite lentement ſur la platine, comme un précipité chimique ſe raſſemble au fond du vaſe où la diſſolution a été troublée; enfin, le nuage ſe renouvelle à chaque coup de piſton, juſqu'à ce que l'exhauſtion ſoit portée aſſez loin pour que l'eau puiſſe ſe vaporiſer en vertu de la ſeule diminution de preſſion.

M. de Sauſſure, dans ſes eſſais d'hygrométrie, donne un moyen bien ſimple de rendre frappant ce phénomène, qui n'eſt pas toujours aſſez ſenſible, ſur-tout pour des cours publics. Il propoſe de faire l'expérience dans une chambre obſcure, & d'y introduire un faiſceau de lumière dirigée au travers du récipient; ce faiſceau, en éclairant les globules d'eau abandonnée, les rend viſibles, comme il fait appercevoir les petits corps qui nagent dans l'air de l'appartement, & qu'on ne voit pas au grand jour.

Quoique cette expérience fût connue depuis

long-tems, on n'en avoit cependant encore déduit aucune conféquence importante, parce qu'on ne confidéroit pas la combinaifon de l'air & de l'eau comme une véritable diffolution; mais dès que la découverte de M. Leroi eut fait à cet égard une efpèce de révolution, les phyficiens, ceux fur-tout qui étoient déjà familiarifés avec les fpéculations chimiques, ne tardèrent pas à en conclure que quand l'air tient de l'eau en diffolution, le point de faturation eft variable non-feulement felon la température, comme l'avoit prouvé M. Leroi, mais encore felon fa compreffion actuelle.

Dès-lors il fut facile de rendre raifon de plufieurs grands phénomènes de la météréologie, & principalement de la correfpondance obfervée entre les variations de la colonne du baromètre & les différentes conftitutions de l'atmofphère, correfpondance fur laquelle les meilleurs efprits s'étoient exercés en vain, & dont on n'avoit encore donné aucune explication fatisfaifante.

En effet, lorfqu'après plufieurs beaux jours la colonne de mercure vient à baiffer dans le baromètre, & que la preffion de l'air eft par conféquent diminuée, il eft clair que les couches inférieures de l'air, moins comprimées

qu'elles n'étoient auparavant, doivent approcher davantage du point de ſaturation, l'atteindre & même l'outre-paſſer, ſi la diminution de preſſion & l'abaiſſement du mercure qui en eſt une ſuite ſont aſſez conſidérables. Dans ce cas les couches d'air ſuperſaturées doivent donc abandonner toute l'eau qu'elles ne tenoient en diſſolution qu'à la faveur de l'excès de leur compreſſion ; & cette eau, abandonnée dans toute l'étendue des couches, doit troubler leur tranſparence & les rendre viſibles ſous la forme de nuages.

Les molécules d'eau dont les nuages ſont formés devroient tomber lentement comme les réſultats de toutes les précipitations chimiques, & elles le feroient en effet ſi elles étoient dans un fluide tranquille; mais l'atmoſphère perpétuellement agitée par les changemens de denſité & de température auxquels elle eſt ſans ceſſe expoſée, les entraîne dans ſes différens mouvemens & retarde leur chûte. Cependant cette même agitation, en mettant en contact des globules qui étoient auparavant ſéparés par des couches d'air, & qui pour cela n'exerçoient aucune action les uns ſur les autres, les oblige à ſe réunir en globules plus gros & moins nombreux, juſqu'à ce que, devenus d'a-

bord capables de vaincre la réſiſtance que l'air oppoſoit à leur mouvement, & que réunis enſuite aux globules plus petits qu'ils rencontrent dans leur chûte, ils nous arrivent enfin ſous la forme de pluie dont les gouttes ſont d'autant plus groſſes, qu'elles tombent de plus haut, & que l'épaiſſeur verticale du nuage qu'elles ont traverſé eſt plus conſidérable.

Au contraire, lorſqu'après pluſieurs jours de pluie la colonne de mercure vient à s'élever dans le baromètre, & que la preſſion de l'air devient plus grande, les couches inférieures de l'atmoſphère qui auparavant étoient ſaturées ſous la preſſion qu'elles éprouvoient alors, ceſſent de l'être ſous une preſſion plus grande; elles deviennent capables de diſſoudre de l'eau nouvelle, & elles diſſolvent en effet une partie de celle avec laquelle elles ſont en contact; elles sèchent les corps humides que l'on expoſe à leur action, comme l'eau douce édulcore les matières imprégnées des ſubſtances qu'elle peut diſſoudre : mais c'eſt ſur les petits globules dont les nuages ſont compoſés, qu'elles agiſſent avec le plus d'énergie, parce que les globules étant diſſéminés dans l'air & en contact de toutes parts avec le diſſolvant, ils en ſont attaqués par un plus grand nombre de points;

de même que le précipité d'une dissolution chimique est plutôt redissous quand il est encore tenu en suspension & dans un état de grande division, que quand, toutes autres circonstances étant d'ailleurs les mêmes, il est rassemblé au fond du vase ou adhérent à ses parois. Les nuages se dissipent donc, mais d'une manière lente, parce que les dissolutions sont en général moins rapides que les décompositions; si l'on porte alors la vue sur les bords de quelque nuage, & que l'on en fixe quelque partie saillante, on la voit s'atténuer insensiblement & se dissiper dans l'air, qui reprend enfin sa transparence pour la conserver jusqu'à ce que les circonstances qui favorisent alors sa faculté dissolvante, savoir, sa température & principalement la compression qu'il éprouve, viennent à cesser, & que le mercure s'abaisse d'une manière sensible dans le baromètre.

Ainsi, l'air atmosphérique peut devenir supersaturé d'eau par deux causes très-différentes, ou parce que sa température est suffisamment abaissée, ou parce qu'il éprouve dans la pression qu'il supporte une diminution suffisante; mais dans chacune de ces deux circonstances il se comporte d'une manière particulière. Lorsque la supersaturation est produite par un simple refroidissement,

refroidissement, nous avons vu que la précipitation se fait le plus souvent dans les couches d'air qui sont en contact avec les corps qui les refroidissent, & que le reste de la masse d'air n'éprouvant pas un refroidissement aussi grand, n'outre-passe pas toujours le terme de la saturation, & qu'il garde sa transparence, excepté dans les cas seuls où cette masse, en se distribuant dans de l'air plus froid, retient dans toute son étendue un abaissement suffisant de température. Mais quand la supersaturation est l'effet d'une diminution de pression, comme cette diminution affecte toute la masse d'une manière à peu près uniforme, la supersaturation est générale, l'eau est abandonnée par-tout, la transparence de l'air est toujours troublée, & le résultat de cette opération est un nuage si elle se fait à quelque hauteur dans l'atmosphère, & un brouillard si elle s'exécute autour de nous.

Avant que d'aller plus loin, il est nécessaire de discuter une observation qui a été faite dans ces derniers tems par un physicien distingué, & qu'on pourroit regarder comme contraire à la proposition que nous venons d'avancer.

M. de Saussure, après avoir composé l'hygromètre à cheveu de son invention, & s'être

aſſuré par un grand nombre d'expériences de la fidélité de cet inſtrument, fut empreſſé de reconnoître comment il ſeroit affecté par les changemens de denſité de l'air. Pour cela il expoſa l'hygromètre ſous le récipient de la machine pneumatique pendant un tems ſuffiſant pour être aſſuré que le cheveu s'étoit mis en équilibre avec l'humidité de l'air intérieur, puis il fit le vuide, afin d'obſerver quelle ſeroit la marche que l'inſtrument ſuit alors. Prévenu, comme il le dit lui-même, en faveur de l'opinion dont il s'agit, mais auſſi perſuadé que l'hygromètre devoit toujours indiquer l'humidité extrême dans tout air ſaturé d'eau, quelle que fût d'ailleurs la denſité de ce fluide; il s'attendoit, en diminuant la denſité de l'air du récipient juſqu'à ce que ſa tranſparence fût troublée, & en portant par-là le fluide au-delà du point de ſaturation, il s'attendoit, dis-je, à voir l'hygromètre marcher vers l'humidité extrême, atteindre enfin ce terme, & y reſter pendant tout le tems de l'exhauſtion. Il fut ſurpris d'obſerver au contraire que l'inſtrument non-ſeulement marchoit vers la ſéchereſſe au premier coup de piſton, & gardoit ſa nouvelle poſition tant que l'air du récipient reſtoit dans le même état, mais encore qu'il continuoit à

chaque coup de piſton de s'approcher de ce terme par des progrès qui d'abord alloient en décroiſſant juſqu'à un certain point, & qui devenoient enſuite de plus en plus rapides, comme on peut le voir dans le réſultat d'une de ſes expériences que nous rapportons ici, & auquel nous ajoutons une colonne de *différence*, pour montrer les inégalités de la marche de l'hygromètre.

Abaiſſemens du mercure dans le baromètre intérieur.		*Marche de l'hygromètre vers la ſéchereſſe extrême.*	*Différences.*
pouc.	lignes.		
6	9	9°,98	9°,98
13	6	11,40	1,42
20	3	16,14	4,34
26	9 ½	24,47	8,33

L'obſervation que nous venons de rapporter n'a rien qui prouve que l'air n'ait pas la faculté de diſſoudre d'autant plus d'eau qu'il eſt

& plus chaud & plus comprimé, & nous penſons qu'il eſt très-facile de rendre raiſon de toutes les circonſtances qui l'accompagnent, lorſqu'on a réfléchi ſur la manière dont l'action des fluides élaſtiques eſt altérée par les changemens de leurs denſités.

En effet, le cheveu de l'hygromètre ne peut être en équilibre par rapport à l'humidité avec l'air environnant, à moins que les molécules d'eau qui ſont à ſa ſurface ne ſoient elles-mêmes en équilibre avec toutes les forces qui s'exercent ſur elles, forces dont les unes tendent à les faire pénétrer dans l'intérieur de la ſubſtance de ce cheveu; tandis que les autres s'oppoſent à leur intromiſſion.

Dans tous les cas que nous conſidérons ici, il n'y a qu'une ſeule force qui s'oppoſe à l'intromiſſion de l'eau, c'eſt l'adhérence que les molécules propres du cheveu ont les unes pour les autres, adhérence qui doit être vaincue pour que ces molécules s'écartent & admettent de l'eau nouvelle dans les intervalles qui les ſéparent. Cette force n'eſt pas une ſimple réſiſtance, car en tendant à rapprocher les molécules du cheveu, elle fait effort pour en exprimer l'eau, & elle l'exprime en effet lorſqu'elle peut ſurmonter les obſtacles qui s'y

opposent. Mais il y a deux forces qui tendent à faire pénétrer l'eau dans l'intérieur du corps hygrométrique ; la première est l'excès d'affinité de l'eau pour le cheveu, sur son affinité qui la tient en dissolution ; la seconde, à laquelle il ne paroît pas qu'on ait fait suffisamment attention, est la compression qu'éprouve le fluide environnant, & qu'il exerce à son tour contre la surface du cheveu. Cette compression doit avoir évidemment elle-même deux effets distincts ; car en supposant d'abord que l'air tienne de l'eau en dissolution sous la forme de fluide élastique, la compression doit augmenter la densité de l'eau considérée dans cet état, & par conséquent augmenter son action chimique sur les corps hygrométriques ; de même que l'air atmosphérique devient plus dissoluble dans l'eau lorsqu'il est plus comprimé, & que l'action du gaz oxigène sur les corps combustibles est plus grande lorsque sa compression est plus forte. Mais en supposant même que le fluide environnant ne tienne point d'eau en dissolution, la pression qu'il exerce sur la surface du cheveu s'oppose à ce que l'eau en soit exprimée, & l'on conçoit que cette force seule peut être portée à tel point qu'elle empêche en effet qu'aucune molécule d'eau ne

ſorte, & que le cheveu n'éprouve aucune contraction ; c'eſt-à-dire, qu'un cheveu ſaturé d'eau & indiquant l'humidité extrême pour les circonſtances actuelles, pourroit être introduit dans un fluide élaſtique très-ſec ſans ſe recouvrir & ſans faire le moindre pas vers la ſéchereſſe, ſi ce fluide, privé d'ailleurs de toute action ſur l'eau, étoit ſuffiſamment comprimé.

Lors donc qu'il ſurvient quelque altération dans l'une des trois forces que l'on vient de conſidérer, l'eau doit pénétrer dans l'intérieur du cheveu où elle doit en être exprimée, & le cheveu lui-même doit s'allonger ou ſe raccourcir, ſelon le ſens dans lequel l'équilibre a été troublé. Il eſt inutile d'entrer ici dans le détail de tous les cas de cette perturbation d'équilibre, il nous ſuffit de conſidérer celui qui a lieu dans l'obſervation de M. de Sauſſure.

Lorſque l'hygromètre placé ſous le récipient de la machine pneumatique indique l'humidité extrême ou qu'il eſt voiſin de ce terme, & qu'enſuite on dilate l'air par un coup de piſton, on produit par cette opération ſeule deux effets contraires, & dont on n'apperçoit que la différence ; car, d'une part, en diminuant la den-

ſité de l'air, on porte ce fluide au-delà du point de ſaturation, on diminue ſon affinité pour l'eau, & l'on favoriſe l'introduction de l'eau dans le cheveu ; mais de l'autre, en diminuant la preſſion que l'air exerçoit contre le cheveu, on affoiblit un des obſtacles qui empêchoient l'eau de céder à l'action qui porte les molécules de cheveu les unes vers les autres, & on favoriſe ſa ſortie : & l'expérience nous apprend que c'eſt ce dernier effet qui eſt le plus conſidérable, puiſque ce cheveu ſe contracte & marche vers la ſéchereſſe.

Enfin, le cheveu peut ſe contracter dans deux circonſtances différentes, 1°. lorſque l'air devenu plus diſſolvant de l'eau, lui enlève une partie de celle qu'il contenoit, & alors la ſurface du cheveu eſt sèche; 2°. lorſque le fluide élaſtique environnant, ſans devenir plus diſſolvant, le comprime avec moins de force, & dans ce cas le cheveu eſt mouillé en-dehors; & l'on verroit l'eau ruiſſeler ſur ſa ſurface, ſi le phénomène ſe paſſoit plus en grand.

Au reſte, il y auroit certainement de la témérité à établir une théorie nouvelle d'après des conſidérations auſſi délicates & dénuées de faits poſitifs ; mais il n'eſt queſtion ici que de l'explication d'un fait iſolé, qui d'abord a paru

contraire à une théorie généralement adoptée, & il suffit de l'avoir expliqué d'une manière raisonnable pour que cette théorie, fondée d'ailleurs sur des expériences directes & vérifiée par tous les phénomènes de la météréologie, ne doive pas être rejetée.

Il résulte delà que l'hygromètre est sensible au poids de l'atmosphère, & que dans la détermination du point de l'humidité extrême, sur le limbe de cet instrument, il faut avoir égard à la hauteur du baromètre.

Un hygromètre construit à Genève, où le mercure ne s'élève dans le baromètre qu'à 27 pouces, doit indiquer à Paris le 100e degré sans que l'humidité soit extrême & sans que l'air ait atteint le point de saturation. Nous avons vérifié cette conjecture, MM. Vandermonde, Berthollet & moi, en renfermant un hygromètre de Genève sous une cloche de verre au-dessus d'un appareil hydro-pneumatique, le baromètre étant à 28 pouces 4 lignes : lorsque l'air de la cloche & l'hygromètre eurent atteint l'humidité extrême, l'aiguille de l'instrument indiqua à peu près 104 degrés, tandis qu'à Genève, & dans des circonstances d'ailleurs les mêmes, elle n'en auroit indiqué que 100.

Nous ne devons pas quitter cet objet sans

parler des inégalités de la marche de l'hygromètre dans l'expérience de M. de Sauſſure. Il eſt bien évident que s'il ne ſe paſſoit que ce que nous venons de rapporter, l'hygromètre ne pourroit jamais atteindre la ſéchereſſe extrême dans le vide abſolu, parce que la force avec laquelle l'eau adhéroit à l'air dans l'opération par laquelle on a déterminé ce point, n'a pas lieu dans le vide, & qu'ainſi les pas que l'hygromètre fait vers la ſéchereſſe en vertu des coups ſucceſſifs du piſton, devroient toujours aller en décroiſſant. Mais il faut obſerver que quand la preſſion de l'air a été diminuée juſqu'à un certain point qui dépend de la température, l'eau ſe convertit en vapeur; la force avec laquelle elle eſt portée à ce changement d'état, tend à la faire ſortir en plus grande quantité de l'hygromètre, & favoriſe la contraction du cheveu, dont la marche vers la ſéchereſſe, après avoir été en décroiſſant dans le commencement, doit enſuite par-là devenir croiſſante, conformément à l'obſervation de M. de Sauſſure.

La contraction du cheveu dans un air moins comprimé ne préſente donc rien qui ne s'accorde parfaitement avec la propriété que l'air a de diſſoudre d'autant plus d'eau, qu'il eſt

plus chaud & plus denſe, & qui ne ſoit conforme à la manière générale dont ſe comportent les fluides élaſtiques dans toutes les opérations analogues.

L'évaporation, c'eſt - à - dire, la diſſolution des liquides dans les fluides élaſtiques eſt toujours accompagnée d'un refroidiſſement d'autant plus grand, toutes choſes égales d'ailleurs, que la quantité & la rapidité de la diſſolution ſont plus grandes. Cette circonſtance, obſervée pour la première fois par le docteur Cullen, confirmée enſuite par M. Baumé, fut enfin expliquée par M. Black, qui fit voir, par des expériences également neuves & exactes, que quand les corps paſſent de l'état ſolide à l'état liquide, & de celui-ci à l'état de fluide élaſtique, ils abſorbent des quantités déterminées de calorique qu'ils enlèvent aux corps circonvoiſins dont la température s'abaiſſe; & que quand, par tout autre moyen que par le refroidiſſement, ces corps retournent de l'état de fluide élaſtique à l'état liquide, ou de celui-ci à l'état ſolide, ils reſtituent ces quantités de calorique au milieu environnant dont ils élevoient alors la température.

L'analogie entre ces deux changemens d'état eſt encore plus grande qu'elle ne le paroît par

ce ſimple expoſé. En effet, les ſolides paſſent à l'état liquide de deux manières différentes, ou par l'action ſeule du calorique, comme il arrive dans toutes les fuſions, ou par l'action d'un liquide préexiſtant, & alors l'opération eſt une véritable diſſolution; dans l'un & l'autre cas, il y a du calorique abſorbé; mais en général la diſſolution d'une certaine ſubſtance en abſorbe beaucoup moins que n'en exige ſa fuſion. Les ſels neutres, par exemple, conſomment moins de calorique lorſqu'ils ſe diſſolvent dans l'eau que quand ils ſe liquéfient dans un creuſet par l'action du feu, parce que dans la diſſolution l'action du calorique étant aidée de toute celle du diſſolvant, il faut moins de calorique pour produire le même effet. De même les liquides peuvent paſſer à l'état de fluide élaſtique de deux manières, ou par l'action ſeule du calorique, comme dans la vaporiſation, ou par l'action d'un autre fluide élaſtique déjà formé, comme dans l'évaporation; & parce que dans ce dernier cas la quantité de calorique abſorbée eſt beaucoup moindre que celle qui leur eſt néceſſaire pour ſe convertir en vapeur, il s'enſuit que l'action du calorique eſt alors aidée de toute celle du diſſolvant. Ainſi, l'on s'eſt trompé dans ces derniers tems, lorſ-

qu'on a cru que l'évaporation ne pouvoit avoir lieu, à moins que le liquide ne fût auparavant converti en vapeur par l'action seule du calorique, & que ce n'étoit qu'après s'être mêlé dans cet état avec un fluide élastique, qu'il pouvoit ensuite subir la dissolution. Au reste cette opinion est absolument contraire aux faits, puisque sous le poids de l'atmosphère & par les températures ordinaires l'eau ne se vaporise jamais, & qu'elle ne peut alors passer à l'état de fluide élastique, si elle n'est en contact avec de l'air non saturé, ou si elle n'est exposée à l'action dissolvante d'un autre fluide élastique déjà formé & qui concourre à la production d'un effet que le calorique seul ne pourroit produire.

La découverte du docteur Cullen servit à rendre raison d'une circonstance remarquable qui accompagne ordinairement les phénomènes de la météréologie. On voit enfin que quand le mercure monte dans le baromètre, & que quand l'air de l'atmosphère, devenu par-là plus dense & moins saturé, dissout l'eau qui est éparse dans son sein sous la forme de nuages, ou celle qui mouille les corps avec lesquels il est en contact, il doit fournir le calorique nécessaire à cette opération, & éprouver dans sa

température un abaiſſement proportionné à la quantité & à la rapidité de la diſſolution ; ce qui explique en partie le froid qui règne ordinairement dans l'atmoſphère par les vents du nord-eſt, qui pour nous ſont les plus ſecs. Tandis que lorſque le mercure baiſſe dans le baromètre, & que l'air devenu ſuperſaturé abandonne au contraire ſous la forme de nuages l'eau qu'il tenoit auparavant en diſſolution, & qu'il mouille la ſurface des corps qu'il touche; l'eau, en retournant à l'état liquide, doit reſtituer à l'atmoſphère tout le calorique dont elle s'étoit emparée pendant la diſſolution, ce qui explique l'élévation de température qui accompagne ordinairement dans nos climats les vents de ſud-oueſt, du moins pendant la formation des nuages, quoique ſouvent cette température ſoit enſuite conſidérablement abaiſſée par la chûte de pluie, qui, en traverſant l'air avec une vîteſſe plus ou moins grande, donne lieu à une évaporation nouvelle & à un refroidiſſement plus ou moins rapide.

C'eſt peut-être ici le lieu de parler de la forme que prend l'eau lorſqu'elle eſt abandonnée par l'air en vertu d'un abaiſſement de température, ou d'une diminution ſuffiſante dans la preſſion de l'atmoſphère. Quelques phyſiciens

modernes, trompés par la légèreté apparente des molécules d'eau qui conſtituent les nuages, par la faculté qu'elles ont lorſqu'on les reçoit ſur l'eau de flotter à la ſurface ſans ſe confondre avec la maſſe, par la grande mobilité dont elles jouiſſent alors, & ſéduits par quelques apparences ſpécieuſes, lorſqu'ils ont cru obſerver que les molécules s'élevoient d'elles-mêmes dans l'atmoſphère ſans y être déterminées par aucune agitation du fluide, ont penſé que ces globules devoient être creux, remplis d'un fluide particulier plus léger que l'air atmoſphérique, & enveloppés d'une couche de ce même fluide, & ils ont donné à ces globules le nom de *vapeur véſiculaire*.

Dans le nombre preſque infini des globules d'eau qui troublent la tranſparence de l'air lorſque le ciel eſt tout couvert, il n'eſt peut-être pas impoſſible que par un concours de circonſtances qu'il ſeroit cependant difficile d'indiquer, il ne s'en trouve quelques-uns qui prennent la forme véſiculaire; & s'il en exiſte, ils ne peuvent être remplis & environnés que d'air atmoſphérique. Mais en général l'eau abandonnée dans l'intérieur d'un fluide élaſtique qui la tenoit en diſſolution, ſe convertit en globules très-petits, pleins, épars, & qui quoique

d'une pesanteur spécifique beaucoup plus grande que celle du fluide qui les renferme, sont tenus en suspension par deux causes qu'il est nécessaire de développer.

1°. L'état de division dans lequel est l'eau & la petitesse des globules dans lesquels elle est alors réduite, lui font éprouver de la part de l'air une grande résistance, en vertu de laquelle elle doit employer un tems considérable pour parcourir plusieurs centaines de toises dans l'atmosphère ; de même qu'un précipité métallique met plusieurs heures à descendre de quelques pouces dans un liquide d'une pesanteur spécifique beaucoup moindre que la sienne.

2°. L'affinité de l'eau pour l'air, même saturé de ce liquide, fait adhérer chaque globule à la couche d'air qui l'environne, ce qui produit le même effet que si le volume étoit augmenté sans que sa masse eût reçu un accroissement proportionnel, & doit encore retarder sa chûte. C'est par une semblable adhérence à l'air environnant qu'une aiguille d'acier sèche ou qu'une petite lame de métal, peut flotter sur la surface d'une eau tranquille, quoique sa pesanteur spécifique soit beaucoup plus grande que celle du liquide. L'adhérence dont il s'agit

ici n'eſt point une hypothèſe amenée pour l'explication du phénomène, elle eſt prouvée par tous les faits qui ont quelque analogie avec celui dont il eſt queſtion; c'eſt en vertu de cette adhérence que l'eau entraîne & comprime l'air dans les trompes qu'on ſubſtitue aux ſoufflets dans quelques forges, comme la corde entraîne l'eau elle-même dans la machine de Verrat; & pour nous ſervir d'un exemple qui ait encore plus de rapport avec notre objet, c'eſt en vertu de cette adhérence à la couche d'air qui les environne, que des gouttes d'eau maſſives s'enfoncent à peine du deuxième de leur diamètre lorſqu'elles roulent ſur la ſurface de l'eau, même agitée.

On a cru que les globules d'eau qui conſtituent les nuages & les brouillards étoient véſiculaires, parce que quand on les reçoit ſur la ſurface de l'eau, elles y flottent ſans ſe réunir à la maſſe; mais, comme je l'ai fait voir dans un mémoire que je lus l'année dernière à l'académie, il eſt très-facile, au moyen d'un chalumeau capillaire, de faire flotter ſur la ſurface de l'eſprit-de-vin des gouttes maſſives de ce liquide; on les y voit alors rouler avec une très-grande liberté, ſe choquer les unes les autres & ſe réfléchir ſans ſe réunir.

Quoique

Quoique le ſuccès de cette expérience ſoit en général moins facile avec de l'eau, il ſe préſente cependant de fréquentes occaſions de la vérifier, même avec ce dernier liquide; par exemple, chaque fois que le rameur lève ſa rame, l'eau qui en découle ſe partage en globules maſſifs d'une ligne ou deux de diamètre, dont pluſieurs roulent ſur la ſurface de l'eau & ne ſe mêlent que très-tard avec elle. On s'aſſure que ces gouttes ſont maſſives par leur comparaiſon avec les ampoules véſiculaires qui ſe forment en même tems, & principalement parce qu'elles ſont convexes vers le bas comme vers le haut, tandis que les ampoules ſont toutes hémiſphériques. Or, la groſſeur des gouttes eſt évidemment un obſtacle à la production de ce phénomène; ſi donc il eſt ſi fréquent pour des gouttes d'eau de deux lignes de diamètre, à plus forte raiſon doit-il avoir lieu pour les globules des nuages qui ont à peine un 50e de ligne, & dont la maſſe eſt un million de fois plus petite.

On s'eſt encore perſuadé que les globules dont il s'agit étoient véſiculaires, à cauſe de la rapidité avec laquelle ils ſe meuvent ſur la ſurface de l'eau; mais c'eſt cette rapidité même qui prouve qu'ils ſont maſſifs & qu'ils touchent

à peine la ſurface; car s'ils étoient creux, & par conſéquent hémiſphériques, ils éprouveroient & de la part de l'air, & de la part de l'eau à laquelle ils adhéreroient par un grand cercle, une réſiſtance qui s'oppoſeroit à la liberté de leur mouvement, comme on peut s'en aſſurer en grand, en comparant des globules maſſifs d'eſprit-de-vin avec des ampoules à peu près de même diamètre; celles-ci ſont à peine mobiles, tandis que les globules maſſifs cèdent facilement à la moindre agitation, & ſe meuvent avec une liberté comparable à celle d'une bille ſur le tapis d'un billard.

Enfin, l'arc-en-ciel qui a toujours lieu lorſque les gouttes de pluie qu'on ſait être pleines ſont éclairées par le ſoleil, & qui n'eſt jamais produit par les globules dont les nuages ſont formés, a paru une autre preuve que ces globules ne ſont pas dans les mêmes circonſtances que les gouttes de pluie, & l'on a cru que toute la différence conſiſtoit en ce qu'elles étoient véſiculaires. Mais on n'a pas remarqué qu'il y a deux conditions eſſentielles à la production de l'arc-en-ciel; la première, que les gouttes de pluie ſoient éclairées par la lumière directe du ſoleil; la ſeconde, qu'elles ſoient placées de manière à être vues directement par

l'obſervateur : or, pour les globules des nuages, ces deux conditions ne ſont jamais remplies ni l'une ni l'autre. L'opacité du nuage fait que les globules placés à la ſurface ſont les ſeuls qui puiſſent être éclairés & qui puiſſent être apperçus. Ainſi ceux de ces globules qui ſont dans les circonſtances propres à la production du phénomène ſont trop peu nombreux, & l'arc-en-ciel qui n'eſt jamais ſenſible que quand il eſt renforcé par les rayons que réfléchiſſent des gouttes nombreuſes & placées à des diſtances différentes de l'obſervateur, eſt alors trop foible pour être apperçu.

L'exiſtence des vapeurs véſiculaires n'eſt donc prouvée par aucun fait ſuffiſamment bien obſervé ; & parce qu'on ne pourroit concevoir leur formation qu'au moyen d'autres ſuppoſitions également gratuites, que d'ailleurs elles ne ſont néceſſaires à l'explication d'aucun phénomène, il s'enſuit qu'elles doivent être rejetées, comme elles l'ont toujours été par les meilleurs phyſiciens, ſous quelque forme qu'elles aient été préſentées.

Il ne ſuffiſoit pas d'avoir expliqué la correſpondance obſervée entre les variations de la hauteur du baromètre & les changemens de conſtitution de l'atmoſphère ; il étoit encore

néceſſaire de voir pourquoi dès que le vent de ſud-oueſt ſouffle à Paris, le mercure baiſſe dans le tube du baromètre, & pourquoi il monte au contraire par le vent de nord-eſt, & de rendre raiſon des faits analogues qui ont lieu dans d'autres pays & par d'autres vents ; ce qui étoit impoſſible avant une découverte importante dont nous ſommes redevables à M. de Sauſſure & à M. le chevalier de Landriani.

On ſavoit déjà depuis quelque tems que quand un gaz diſſout un liquide, le volume du fluide élaſtique augmente, de même que quand un ſel ſe diſſout dans l'eau, la quantité de liquide devient plus grande. Par exemple, on avoit obſervé que l'air atmoſphérique mis en contact avec de l'éther, devient d'un volume à peu près double en ſe ſaturant de ce liquide ; on avoit auſſi remarqué que ſon volume augmente ſenſiblement, quoique d'une quantité beaucoup moindre lorſqu'il diſſout de l'eſprit-de-vin ; & il étoit probable qu'en diſſolvant de l'eau, il devoit éprouver une dilatation dépendante de la quantité d'eau néceſſaire à la ſaturation : mais ce que l'analogie ſeule ne pouvoit faire prévoir, c'eſt que quand l'air diſſout de l'eau, l'augmentation de volume eſt plus grande que l'augmentation de maſſe ; en

ſorte que la peſanteur ſpécifique de l'air diminue à meſure qu'il tient plus d'eau en diſſolution. Au moyen de cette découverte, à laquelle M. de Sauſſure a été conduit par des recherches très-ingénieuſes & par des expériences qui paroiſſent très-exactes, on voit clairement pourquoi dans un même pays la colonne du baromètre s'élève toujours par certains vents, tandis qu'au contraire elle s'abaiſſe toujours par certains autres.

En effet, & en prenant Paris pour exemple, lorſqu'après pluſieurs jours de pluie le vent tourne au nord-eſt, les couches d'air apportées par le vent tiennent beaucoup moins d'eau en diſſolution que celles qu'elles remplacent, tant parce que depuis le nord de l'Aſie juſqu'à Paris elles n'ont été en contact qu'avec les terres du continent qui leur ont offert peu d'eau à diſſoudre, que parce qu'en paſſant ſur un ſol élevé au-deſſus du niveau de la mer, & en ſurmontant les ſommets des montagnes qu'elles ont rencontrées, elles ont éprouvé une diminution de preſſion, en vertu de laquelle elles ont dû abandonner de l'eau; en ſorte qu'elles arrivent dans un état plus éloigné de la ſaturation que n'eſt celui des couches auxquelles elles ſuccèdent. Elles ont donc auſſi une peſanteur ſpécifique

plus grande, qui, en augmentant le poids de la colonne totale de l'atmoſphère, doit faire monter le mercure dans le baromètre, & leur mouvement ne peut plus être horiſontal. Ces couches ſupérieures, en vertu des loix de l'hydroſtatique, doivent s'abaiſſer & produire par ce mouvement incliné pluſieurs effets très-ſenſibles.

1°. Ces couches dont la température eſt plus baſſe que n'eſt ordinairement celle des couches inférieures, occaſionnent par leur abaiſſement un refroidiſſement dans les régions voiſines de la ſurface de la terre.

2°. Ces couches d'air qui étoient déjà naturellement éloignées du point de ſaturation par leur abaiſſement dans l'atmoſphère, ſont expoſées à une preſſion plus grande qui augmente leur faculté diſſolvante; elles doivent donc pouvoir diſſoudre toute l'eau qu'elles rencontrent éparſe dans l'atmoſphère, & rétablir avec aſſez de rapidité la tranſparence de l'air.

3°. Cette diſſolution qui ne peut avoir lieu qu'en abſorbant une grande quantité de calorique puiſé dans le ſein même de l'atmoſphère, contribue à augmenter le refroidiſſement qu'on éprouve. On voit donc en général pourquoi le vent de nord-eſt à Paris fait monter la co-

lonne du baromètre, & produit un vent ſec & froid.

Réciproquement, lorſqu'après pluſieurs jours de beau tems le vent tourne au ſud-oueſt, les couches d'air qu'il amène ayant été ſur un long trajet en contact avec la ſurface des mers, arrivent dans un état plus voiſin de la ſaturation que n'eſt celui des couches qu'elles remplacent; leur peſanteur ſpécifique eſt donc moindre; & en diminuant le poids de la colonne totale de l'atmoſphère, elles doivent faire baiſſer le mercure dans le baromètre. D'ailleurs, la marche de ces couches d'air ne peut pas être horiſontale, d'abord parce qu'elles ne peuvent s'avancer ſur le continent ſans s'éloigner du niveau de la mer, & enſuite parce que leur peſanteur ſpécifique étant moindre, elles doivent s'élever dans l'atmoſphère juſqu'à ce qu'elles ſe trouvent au niveau des couches de même peſanteur ſpécifique que la leur; elles doivent donc éprouver une diminution de preſſion, qui, les portant bientôt au-delà du point de ſaturation, les force d'abandonner l'eau qu'elles ne peuvent plus tenir en diſſolution & de perdre leur tranſparence. Enfin, cette eau précipitée, en reſtituant à l'atmoſphère tout le calorique qu'elle avoit abſorbé pendant ſa diſſolution, & qu'elle

ne peut plus retenir dans ſon nouvel état, occaſionne dans l'air une élévation ſenſible de température. On voit donc encore en général pourquoi les vents de ſud-oueſt, à Paris, font baiſſer la colonne du baromètre, & pourquoi ils produiſent communément un tems humide & une température douce.

Ce que nous venons de dire pour Paris, des vents de ſud-eſt & de nord-oueſt, doit être dit de même pour tous les autres pays, des vents qui y occaſionnent ordinairement ou la ſécheresse ou la pluie.

Il réſulte de tout ce qui précède, que l'explication des principaux phénomènes de la météréologie porte ſur quatre principes qui ont été découverts à différentes époques, par des auteurs différens, & qu'il n'eſt peut-être pas inutile de préſenter ici ſous un ſeul point de vue.

1°. L'air atmoſphérique eſt un véritable diſſolvant de l'eau, il eſt ſuſceptible d'en être ſaturé; mais le point de ſaturation eſt variable ſuivant les différentes températures; en ſorte que l'air abſorbe plus d'eau pour arriver à la ſaturation par les températures élevées, que par les températures baſſes.

2°. Le point de ſaturation de l'air eſt auſſi variable, ſuivant les différentes preſſions qu'il

éprouve; en ſorte que l'air abſorbe plus d'eau pour arriver à la ſaturation ſous une preſſion plus grande que ſous une preſſion moindre.

3°. Lorſque l'air diſſout de l'eau & la fait paſſer à l'état élaſtique, il lui cède une partie de ſon calorique, & il éprouve un abaiſſement ſenſible de température; réciproquement, lorſque l'air devient ſuperſaturé d'eau par une autre cauſe que par le refroidiſſement, l'eau qu'il eſt forcé d'abandonner lui reſtitue le calorique qui étoit employé auparavant à la tenir dans l'état élaſtique, & l'air éprouve une élévation de température.

4°. La peſanteur ſpécifique de l'air atmoſphérique diminue à meſure qu'il tient plus d'eau en diſſolution, c'eſt-à-dire, que l'air, en diſſolvant de l'eau, éprouve une augmentation de volume proportionnellement plus grande que n'eſt l'augmentation de ſa maſſe.

A l'aide de ces quatre principes, il eſt facile de rendre raiſon d'une manière plauſible des phénomènes de la météréologie, & même des plus petites circonſtances qui les accompagnent. Nous allons eſſayer de le faire en paſſant plus rapidement ſur ceux de ces phénomènes par rapport auxquels nous ſommes déjà entrés dans des détails ſuffiſans.

Des Phénomènes météréologiques qui dépendent du défaut de transparence de l'air, comme la Fumée, les Brouillards, les Nuages.

L'air ayant la faculté de dissoudre l'eau, l'atmosphère, dont le contact avec la surface des mers & avec les parties humides des continens est perpétuellement renouvelé, doit être regardé comme tenant continuellement une quantité d'eau plus ou moins grande en dissolution. Quelle que soit cette quantité d'eau absorbée par l'air, tant qu'elle est dans l'état de dissolution complette, l'atmosphère conserve sa transparence; c'est seulement quand une des causes qui favorisoient la dissolution éprouve une diminution assez grande pour porter l'air au-delà du point de saturation, que la portion d'eau surabondante, forcée de quitter l'état élastique & de se réduire à l'état liquide sous la forme de petits globules massifs, trouble la transparence de l'air dans toute l'étendue de la masse supersaturée.

Or, nous avons vu que la faculté dissolvante de l'air peut être favorisée par deux causes bien distinctes, qui sont l'élévation de la température & l'accroissement de la pression; la supersatu-

ration de l'atmoſphère, & par conſéquent la perte de ſa tranſparence peut donc être produite de deux manières différentes, & les phénomènes qui en réſultent ne doivent pas être confondus.

Lorſqu'une maſſe d'air ſaturée ou preſque ſaturée d'eau par une certaine température, éprouve dans toute ſon étendue un refroidiſſement capable de la porter au-delà du point de ſaturation, & que néanmoins ſa température eſt encore aſſez élevée pour que ſa peſanteur ſpécifique ſoit moindre que celle des colonnes latérales de l'atmoſphère; cette maſſe dont la tranſparence eſt troublée par la ſuperſaturation, prend un mouvement aſcenſionnel, en vertu des loix de l'hydroſtatique, & forme une *fumée*. C'eſt dans ce ſens que les rivières & les corps humides *fument* lorſque leur température eſt ſenſiblement plus haute que celle de l'air environnant. Les fumées qui réſultent des combuſtions ſont en partie produites de cette manière, & en partie auſſi par la condenſation de différentes ſubſtances que la chaleur de la combuſtion avoit réduites en vapeurs; mais ces derniers phénomènes ſont, pour ainſi dire, purement chimiques, & nous n'en ferons mention ici que pour claſſer d'une manière plus

déterminée ceux qui ont rapport à la météréologie.

Lorſque la peſanteur ſpécifique de la maſſe d'air ſuperſaturée par refroidiſſement ne diffère pas ſenſiblement de celle des parties latérales de l'atmoſphère, cette maſſe dont la tranſparence eſt troublée, garde ſa poſition ou ne prend d'autre mouvement que celui qui peut lui être tranſmis par l'agitation de l'air; alors c'eſt un *brouillard* ou un *nuage*, ſelon la poſition de l'obſervateur par rapport à elle. C'eſt ainſi que le ſoir dans le fond des vallées, l'air qui, à la faveur de la température de la journée s'eſt ſaturé d'eau, & qui par l'abſence du ſoleil éprouve un refroidiſſement aſſez grand, perd quelquefois ſa tranſparence & forme un brouillard. Mais, nous l'avons déjà dit, le refroidiſſement étant une opération lente & qui ne peut ſe tranſmettre avec rapidité à des maſſes d'une grande étendue, il ne peut donner lieu qu'à de petits phénomènes; il faut donc attribuer à une autre cauſe ceux de ces phénomènes qui affectent une partie conſidérable de l'atmoſphère, & cette cauſe eſt la diminution de preſſion.

En effet, lorſqu'une maſſe d'air dans un état voiſin de la ſaturation éprouve dans la

preſſion qu'elle ſupporte une diminution capable de la porter au-delà du point de ſaturation, elle perd ſa tranſparence; mais parce que les cauſes d'une ſemblable diminution de preſſion agiſſent ordinairement ſur une partie aſſez grande de l'atmoſphère, que d'ailleurs cette diminution eſt de nature à ſe tranſmettre rapidement à de grandes diſtances, les effets qui en réſultent ſe manifeſtent ſur une grande étendue; & la partie de l'atmoſphère dont la tranſparence eſt troublée, eſt un *brouillard* ſi l'obſervateur y eſt lui-même compris, & un *nuage* s'il eſt placé dans une région plus élevée.

Ainſi, les phénomènes que nous venons de conſidérer ſont des réſultats de diſſolutions troublées, avec ceci de particulier, que pour la *fumée* la diſſolution a toujours été troublée par refroidiſſement, tandis que pour le cas des grands nuages & des brouillards d'une étendue conſidérable, la diſſolution a toujours été troublée par une diminution dans la preſſion, & précédée d'un abaiſſement ſenſible du mercure dans le tube du baromètre.

De la Pluie.

L'effet immédiat & néceſſaire de la ſuper-

ſaturation de l'air eſt la perte de ſa tranſparence ou la précipitation chimique de l'excès d'eau qu'il tenoit en diſſolution. La chûte du précipité n'eſt qu'un effet ſecondaire & ſubſéquent qui de même auroit néceſſairement lieu ſi l'air étoit parfaitement calme & ſi d'ailleurs ſa faculté de diſſoudre l'eau n'étoit pas ſujete à de nouvelles altérations; mais la *pluie* qui conſtitue la ſeconde partie de ce phénomène peut être retardée par les circonſtances, & même ne pas avoir lieu. C'eſt par cette raiſon qu'un abaiſſement conſidérable du mercure dans le baromètre, quoiqu'il annonce d'une manière aſſez sûre une ſuperſaturation dans l'air, n'eſt pas un indice de *pluie* auſſi conſtant, & que réciproquement la pluie ne ceſſe pas toujours immédiatement après que le baromètre eſt remonté d'une quantité ſenſible.

De la Neige.

Nous avons déjà vu que l'eau abandonnée par l'air en vertu d'une ſuperſaturation ſe réduit en petits globules pleins, épars & retardés dans leur chûte par leur adhérence à l'air qui les enveloppe. Tant que la température du milieu eſt au-deſſus du terme de la congellation, ces

globules reſtent liquides & leur forme eſt ſphérique ; mais quand la température eſt conſidérablement au-deſſous de celle de la glace, ces globules ſe congèlent. Leur nouvel état ne favoriſe pas leur chûte, parce que la glace adhère à l'air peut-être même plus que l'eau dans l'état liquide, & parce que la ſolidité de ces molécules ne leur permet pas du moins avec la même facilité de ſe réunir en aſſez grand nombre & d'acquérir une maſſe ſuffiſante pour vaincre les réſiſtances qui s'oppoſent à leur chûte. Mais la maſſe de ces globules ſolides a une autre manière de croître qu'il eſt néceſſaire de développer, & pour l'expoſer avec plus de clarté, nous aurons recours à l'analogie.

Si l'on remplit un vaſe de verre profond & chaud d'une diſſolution de muriate d'ammoniaque (ſel ammoniac) ſaturée à chaud, & qu'on la laiſſe enſuite refroidir lentement dans un air calme, la ſurface du liquide eſt la première qui arrive à la ſuperſaturation, tant à cauſe du refroidiſſement direct auquel elle eſt expoſée, qu'à cauſe de la concentration que lui fait éprouver l'évaporation, & c'eſt à la ſurface que ſe forment les premiers criſtaux. Ces criſtaux, qui ſont extrêmement petits, ſont auſſi-tôt ſubmergés que formés, & parce que

leur peſanteur ſpécifique eſt plus grande que celle du liquide qui les contient, ils deſcendent lentement; mais à meſure qu'ils deſcendent, leur volume augmente d'une manière très-ſenſible par une continuation de criſtalliſation qu'il eſt facile de reconnoître pour être celle du ſel ammoniac; & ils arrivent au fond du vaſe en floccons blancs nombreux & volumineux. Ce que ce phénomène a de remarquable, c'eſt que la criſtalliſation continue d'une manière très-rapide dans un liquide dont la ſuperſaturation n'eſt pas aſſez avancée pour lui donner naiſſance. Il eſt facile de rendre raiſon de cette dernière particularité; car la criſtalliſation ne pouvant avoir lieu ſans mouvement, & le mouvement pouvant trouver des obſtacles, il ne ſuffit pas que la ſuperſaturation ſoit atteinte pour que la criſtalliſation prenne naiſſance; il faut encore qu'elle ſoit aſſez avancée pour que la tendance à la criſtalliſation puiſſe ſurmonter tous les obſtacles qui lui réſiſtent; tandis que l'action d'un petit criſtal déjà formé ſuffit, lorſque la ſuperſaturation eſt atteinte, pour déterminer le progrès de la criſtalliſation commencée.

L'expérience que nous venons de rapporter préſente une image très-fidèle de ce qui ſe paſſe

paſſe dans la formation de la *neige*. Lorſque les petits globules d'eau abandonnée par l'air ſont congelés par le refroidiſſement, la criſtalliſation eſt commencée ; lorſqu'enſuite ces petits glaçons deſcendent en vertu de l'excès de leur peſanteur ſpécifique, la criſtalliſation continue aux dépens de l'eau que l'air auroit retenue en diſſolution ſans la préſence du premier criſtal, & cette criſtalliſation affecte conſtamment la forme d'un exagone régulier ou d'une étoile à ſix pointes, qu'il eſt facile d'obſerver quand la neige tombe par un tems calme & quand la température de l'air à la ſurface de la terre n'eſt pas aſſez élevée pour déformer ces criſtaux en occaſionnant la fuſion des angles & des pointes. Mais quand l'atmoſphère eſt agitée & que la neige tombe de très-haut, ces petits criſtaux ſe heurtent, ſe briſent & ſe réuniſſent en floccons de formes très-irrégulières, dans leſquels il n'eſt plus poſſible de reconnoître rien de ce que nous venons de décrire.

Il y a donc cette différence entre l'accroiſſement des gouttes de pluie & celui des brins primitifs de neige, que le premier ſe fait par la réunion de gouttes plus petites dont les vîteſſes ſont inégales, & que l'autre eſt l'effet

du progrès de la criſtalliſation dans un fluide ſaturé.

Des Frimats.

L'effet qu'un petit criſtal commencé produit dans une diſſolution ſaturée, peut être déterminé par tout autre corps petit, aigu, & auquel la ſubſtance criſtalliſée ait la faculté de s'attacher. C'eſt pour cette raiſon que dans les fabriques de ſels neutres, pour déterminer la criſtalliſation & la rendre plus abondante, on garnit les criſtalliſoires de bâtons ou de baguettes autour deſquels ſe forme un grand nombre de criſtaux qui n'auroient pas été produits ſans cette circonſtance.

La même choſe arrive dans l'air ſaturé d'eau de la part des branches d'arbres & des autres objets minces & aigus auxquels l'eau a la faculté de s'attacher. Ces ſubſtances ſe mouillent en déterminant une précipitation d'eau qui n'auroit pas eu lieu ſans leur préſence; & quand la température eſt ſenſiblement au-deſſous de la congellation, elles ſe tapiſſent, ſur-tout ſur les bords, de criſtaux de glace qui ſont réguliers, lorſque l'air eſt tranſparent & calme, comme dans le cas de la *gelée blanche*, & qui ſont irréguliers, lorſque la tranſparence de l'air eſt trou-

blée, parce qu'alors l'excès des petits criſtaux qui flottent dans l'air & qui s'attachent tout formés, troublent perpétuellement la marche de la criſtalliſation. C'eſt le cas des *frimats*.

De la Grêle.

La grêle préſente deux difficultés qui ont occupé les phyſiciens & que nous ne penſons pas qu'on ait encore réſolues d'une manière ſatisfaiſante; la première, eſt la formation même de ce météore; la ſeconde, eſt qu'il n'ait jamais lieu pendant l'hiver, tandis qu'au premier apperçu cette ſaiſon ſembleroit plus favorable à ſa production.

Pour expliquer la formation de la grêle, on a ſuppoſé que les gouttes de pluie, en traverſant des couches froides de l'atmoſphère, éprouvoient un refroidiſſement aſſez grand pour opérer leur congelation. Mais outre qu'il ſeroit difficile d'expliquer comment en vertu des loix de l'hydroſtatique de ſemblables couches pourroient ſubſiſter entre d'autres couches plus chaudes, il n'eſt pas facile de concevoir comment des globules d'eau de ſix lignes & même d'un pouce de diamètre pourroient être congelés entièrement dans le tems néceſſairement

très-court qu'ils employeroient à traverser ces couches.

D'ailleurs, si la grêle étoit formée de cette manière, il seroit bien extraordinaire qu'il ne se rencontrât pas un grand nombre de grains dont la congellation ne fût que commencée, & dont le centre fût encore dans l'état liquide; & il est de fait qu'on n'en trouve jamais qui ne soit gelée jusqu'au centre. De plus, si la congellation commençoit à la surface, les grains de grêle seroient tous fendus, parce que l'eau du centre augmentant de volume par la congellation, occasionneroit la rupture de l'enveloppe si elle avoit été durcie auparavant; enfin, il est impossible que des gouttes de pluie puissent acquérir & conserver un volume aussi grand que celui sous lequel il n'est pas rare de trouver la grêle; car des gouttes très-petites ont bien, à la vérité, la faculté de se réunir pour composer des gouttes plus grosses; mais cette marche a un terme; & il est impossible qu'une masse d'eau d'un pouce de diamètre tombe dans l'air sans se désunir au contraire & sans se partager en d'autres gouttes assez nombreuses.

Quelques physiciens modernes ayant observé que la grêle n'a presque jamais lieu sans orage, & sachant d'ailleurs que l'électricité accélère

l'évaporation de l'eau, ont cru trouver dans l'accroiſſement de l'évaporation que l'état électrique produit dans les gouttes de pluie la cauſe du refroidiſſement de ces gouttes & de leur converſion en grains de grêle. Mais l'accroiſſement que l'électricité produit dans l'évaporation de l'eau & le refroidiſſement qui en réſulte ſont ſi peu conſidérables, que s'ils contribuent quelquefois, comme cela eſt poſſible, à la production du phénomène, ils ne peuvent en être regardés ni comme la cauſe principale, ni comme la cauſe néceſſaire.

Toutes les circonſtances portent à croire que les grains de grêle commencent à ſe former par un noyau qui prend enſuite de l'accroiſſement par des couches ſucceſſives.

Lorſque les globules d'eau abandonnée par l'atmoſphère ont acquis aſſez de maſſe par la réunion de pluſieurs d'entr'eux pour vaincre leur adhérence à l'air, & que la vîteſſe de leur chûte eſt devenue grande, ils éprouvent une évaporation rapide & un refroidiſſement vif, qui, pour être porté au-deſſous du terme de la congellation, n'exige qu'une hauteur de chûte ſuffiſante. Deux cauſes concourent à la rapidité de cette évaporation ; 1°. le renouvellement continuel du contact avec le diſſol-

vant; 2°. la compreſſion très-grande que les gouttes de pluie exercent dans leur chûte contre les couches d'air qui les touchent par en bas, compreſſion qui augmentent de beaucoup la faculté diſſolvante de l'air, & qui la lui reſtitueroit même, s'il l'avoit perdue par la ſaturation.

Les petites gouttes de pluie congelées par ce premier refroidiſſement, ne ceſſent pas d'être expoſées à l'évaporation ni d'éprouver le refroidiſſement ultérieur qui en réſulte; elles deviennent des petits noyaux très-froids qui congèlent les couches d'eau ſucceſſives que forment autour d'eux les gouttes encore liquides qu'ils rencontrent dans leur route, & l'accroiſſement de leur volume n'a d'autre terme que celui de leur chûte. Les chocs excentriques que les grains de grêle commencés éprouvent les uns de la part des autres ou qu'ils eſſuient de la part des gouttes de pluie, leur communiquent ſouvent un mouvement giratoire qui augmente leur évaporation en augmentant la vîteſſe reſpective de leur ſurface, par rapport aux molécules d'air qui les environnent, & qui tend à leur faire prendre une forme applatie vers les pôles. Il n'eſt pas rare de voir des grêles dont les grains ſont généralement applatis; on y diſtingue alors facilement les zones dont ils ont été ſucceſſive-

ment formés, & les inégalités dans la transparence de ces zones sont l'effet de la différence dans la rapidité de leur congellation.

Ainsi, il y a une grande différence entre les circonstances qui donnent lieu à la neige & celles qui occasionnent la grêle. La neige est produite lorsque les globules d'eau qui constituent les nuages sont congelés par le refroidissement de l'atmosphère, & avant qu'ils aient acquis une vîtesse de chûte capable de donner lieu à leur réunion en gouttes sensibles. Ce météore peut prendre naissance à quelque hauteur que ce soit; il arrive seulement que les floccons sont d'autant plus gros & plus irréguliers, qu'ils tombent de plus haut. Pour la grêle, au contraire, il faut,

1°. Que la température du nuage ne soit pas au-dessous du terme de la glace, afin que les globules puissent se réunir dans l'état liquide & prendre une vîtesse de chûte capable de produire un grand refroidissement.

2°. Il faut que la situation du nuage soit très-élevée dans l'atmosphère, afin que la durée de la chûte & l'intensité du refroidissement puissent opérer la congellation.

On voit d'après cela pourquoi la grêle n'a jamais lieu que dans les saisons chaudes; car

c'eſt alors ſeulement que la température des régions aſſez élevées de l'atmoſphère eſt au-deſſus du terme de la glace.

Des Trombes.

La *trombe* eſt un phénomène aſſez rare pour qu'il ne ſoit pas inutile d'en donner ici une deſcription ſuccinte.

La *trombe* eſt un nuage en colonne à peu près verticale, aſſez ordinairement évaſé par le haut, où il ſe confond avec les autres nuages auxquels il paroît ſuſpendu, & communément terminé par le bas en pointe plus ou moins rapprochée de la ſurface du globe. Ce nuage lance tout autour de lui & à des diſtances conſidérables une pluie abondante, ſouvent mêlée de grêle. L'air qui l'environne eſt dans une grande agitation; il déracine les arbres, il renverſe les édifices, & il entraîne tout ce qui n'eſt pas ſuſceptible d'une très-grande réſiſtance; enfin, lorſque ce météore ſe paſſe au-deſſus de la mer, l'eau qui lui correſpond ſe ſoulève de pluſieurs pieds & forme un cône dont l'axe eſt dans le prolongement de celui de la trombe.

L'analogie entre cette dernière circonſtance & la protubérance qu'on obſerve ſur la ſurface

d'un liquide électrisé, lorsqu'on en retire une étincelle au moyen d'un excitateur, avoit fait regarder le météore dont il s'agit comme un phénomène purement électrique; mais outre que l'on ne conçoit pas comment un nuage en colonne verticale pourroit faire l'office d'excitateur, la durée d'une étincelle n'est que d'un moment, tandis que le soulèvement de l'eau est continu sous la trombe, & dure à peu près autant qu'elle.

Pour expliquer d'une manière plausible le météore de la trombe & rendre raison de toutes ses particularités, au moyen des seuls principes de la météréologie, il faut supposer seulement que deux courans d'air, de directions contraires, communiquent aux masses d'air qui les séparent un mouvement rapide de rotation autour d'un axe à peu près vertical. Cette supposition n'a rien de très-extraordinaire. De semblables mouvemens sont si fréquens dans les eaux courantes, on a si souvent occasion d'en observer dans l'atmosphère même & de les y reconnoître aux tourbillons de poussière & de corps légers qu'ils soulèvent, qu'on pourroit être surpris de la rareté des trombes, si l'on n'étoit pas prévenu que c'est à l'extrême rapidité de ces mouvemens qu'elles doivent leur naissance.

Suppoſons donc que ce mouvement giratoire ſoit établi avec une vîteſſe conſidérable; les molécules d'air entraînées par ce mouvement acquièrent bientôt une force centrifuge, qui, en les écartant de l'axe de rotation diminue la preſſion qu'éprouvoient les molécules qui ſont auprès de l'axe. Le premier effet de cette diminution de preſſion, lorſqu'elle eſt aſſez conſidérable, eſt de porter l'air qui avoiſine l'axe au-delà du point de ſaturation, de le forcer à abandonner une certaine quantité d'eau, de perdre ſa tranſparence, & de préſenter l'aſpect d'un nuage en colonne verticale. Les molécules d'eau abandonnées acquièrent une force centrifuge plus grande, à cauſe de l'excès de leurs maſſes, & en entraînant l'air qui les environne, elles contribuent à diminuer encore davantage la preſſion des parties centrales. Celles-ci ne pouvant plus faire équilibre au poids de l'atmoſphère dans le ſens de l'axe de rotation, elles permettent à l'air d'arriver par les deux extrémités de cet axe, comme dans un tuyau où le vide auroit été commencé; & parce que cet air nouveau éprouve bientôt le ſort de celui qu'il remplace, il s'établit un mouvement continu d'air, qui, arrivant le long de l'axe, perd ſa tranſparence, entretient l'o-

pacité du nuage vertical, & s'échappe enſuite dans le ſens horiſontal. Les molécules d'eau abandonnées ſe réuniſſant en vertu de l'inégalité de leurs vîteſſes centrifuges, compoſent des gouttes qui ſe diſperſent latéralement & forment une pluie dont l'abondance dépend de la rapidité du mouvement de rotation, & qui peuvent même ſe convertir en grêle lorſque leur vîteſſe de projection, ou la hauteur de leur chûte, eſt ſuffiſante. L'air qui afflue par les deux extrémités de la colonne pour entretenir le phénomène, entraîne avec lui les objets qui ne peuvent lui faire réſiſtance; ainſi, celui qui arrive par en-haut entraîne les nuages s'il en exiſte, & donne lieu à la forme évaſée de la colonne opaque; & celui qui arrive par en-bas ſoulève les corps qui peuvent céder à ſon impulſion. Enfin, lorſque ce météore ſe paſſe au-deſſus de la mer, la portion de la ſurface de l'eau qui correſpond à l'axe de rotation éprouve une preſſion moindre que celle de l'atmoſphère, & doit ſe ſoulever, comme elle feroit dans le tuyau d'une pompe aſpirante.

La pluie que produit la trombe ou l'eau qu'elle lance tout autour d'elle, doit être encore plus abondante qu'on ne le concluroit immédiate-

ment de ce qui précède ; car le courant d'air qui arrive par en-haut en entraîne continuellement les nuages, introduit dans la trombe une grande quantité d'eau précipitée dont la précipitation n'a pas été l'effet du phénomène ; en forte que toute la pluie, qui, fans la trombe, feroit tombée plus tard fur une étendue affez confidérable, vient, pour ainfi dire, fe concentrer dans ce météore, & contribue à la violence de fes effets.

Ainfi, les trombes ne préfentent aucune particularité qui ne foit l'effet néceffaire d'un mouvement rapide de rotation communiqué à une portion confidérable de l'atmofphère autour d'un axe vertical.

Des agitations occafionnées dans l'atmofphère par les phénomènes de la météréologie.

Parmi les caufes des vents, les unes affectent l'atmofphère entière, & pour cela font nommées générales & régulières ; les autres n'agiffent que fur quelques parties de l'atmofphère ; elles font locales, & parce qu'elles doivent leur exiftence au concours de plufieurs circonftances dont les loix font difficiles à faifir, on les nomme irrégulières. Notre intention n'eft pas d'entrer

dans l'énumération de toutes les causes irrégulières des vents; nous nous proposons seulement d'en exposer les principales, parce qu'elles sont purement météréologiques.

Nous avons vu que quand l'air atmosphérique dissout de l'eau, il augmente sensiblement de volume, non-seulement parce qu'alors l'eau quitte l'état liquide pour prendre celui de fluide élastique, mais encore parce que dans cette opération la pesanteur spécifique de l'air diminue. Réciproquement quand l'air abandonne une partie de l'eau qu'il tenoit en dissolution, son volume doit diminuer d'une manière sensible, à moins que d'autres causes, telles que l'élévation de température & la diminution de pression, ne contrarient ce résultat. Lors donc que dans quelque partie de l'atmosphère l'air dissout de l'eau nouvelle ou qu'il abandonne une portion de celle qu'il tenoit en dissolution, il éprouve des changemens dans son volume & des altérations dans son ressort qui doivent produire des mouvemens dans l'atmosphère.

Les dissolutions chimiques étant pour l'ordinaire très-lentes, la dissolution de l'eau dans l'air ne peut, à la vérité, produire que de légères agitations dont nous nous appercevons

à peine, parce qu'elles ſe réduiſent à de ſimples altérations dans les mouvemens que d'autres cauſes communiquent à l'atmoſphère. Mais les précipitations chimiques ſont ordinairement très-rapides; il arrive très-ſouvent que l'air perd ſa tranſparence ſur une grande étendue, & que de très-grands nuages ſe forment dans un tems très-court. Le vide preſque ſubit occaſionné par cette précipitation rapide, eſt rempli par la chûte des couches ſupérieures & par l'accès des parties latérales, & le tranſport de ces maſſes d'air donne lieu à des mouvemens, qui, conſidérés par rapport à l'atmoſphère entière, ne ſont que des agitations, mais qui, pour l'obſervateur, fixé ſur un point de la ſurface du globe, ſont des vents irréguliers. Ce ſont ces vents qui précèdent toujours les pluies abondantes, parce qu'ils ſont l'effet le plus immédiat de la précipitation de l'eau, & qui finiſſent ordinairement avec elles, parce que la cauſe à laquelle ils doivent naiſſance eſt locale & d'une courte durée; ce ſont encore eux qui forment les tempêtes, ſur-tout au-deſſus de la mer, dont la ſurface plus liſſe ne préſente pas aux mouvemens de l'air les mêmes obſtacles que celles des terres & des continens.

Du Bruit du Tonnerre.

Le tonnerre eſt un phénomène complexe, en partie météréologique, en partie électrique, & dont toutes les circonſtances n'ont pas encore été ſuffiſamment analyſées. Non-ſeulement les principes de phyſique qui doivent conduire à l'explication de ce météore n'ont été connus que dans ces derniers tems, mais encore une terreur religieuſe en a détourné les regards des obſervateurs; & ce phénomène, comme on va le voir, n'eſt pas encore aſſez connu pour être expliqué juſques dans ſes plus petits détails.

Il eſt inconteſtable que la foudre n'eſt autre choſe qu'une forte étincelle électrique; mais outre que les Phyſiciens ſont encore partagés aujourd'hui ſur la queſtion de ſavoir ſi l'étincelle eſt conſtamment tirée de l'atmoſphère par la terre, ou ſi elle eſt quelquefois tirée de la terre par l'atmoſphère, ce qui eſt déjà un objet aſſez grand d'incertitude, on a toujours regardé le bruit du tonnerre comme celui que devoit naturellement produire une décharge électrique auſſi forte, & cette erreur a empêché de faire attention à des circonſtances

qu'il étoit cependant néceſſaire de connoître pour expliquer le phénomène.

D'abord le bruit d'une décharge électrique conſiſtant toujours dans un coup unique, tandis qu'au contraire le bruit du tonnerre eſt toujours roulant & composé d'une ſuite de coups multipliés, il n'étoit pas naturel d'attribuer, comme on l'a fait, des réſultats conſtamment auſſi différens à des cauſes parfaitement analogues. Cette difficulté n'a pas dû tarder à ſe préſenter; on a cru la lever en conſidérant le roulement du tonnerre comme produit par des échos multipliés auxquels les ſurfaces variées des différens nuages devoient donner lieu, & l'on a regardé cette préſomption comme ſuffiſamment juſtifiée par le roulement qui accompagne de même un coup de canon tiré dans un pays de montagnes; mais il n'y a aucune parité dans les circonſtances. Les ſurfaces des collines, celles des rochers, des bâtimens, des revêtemens de fortifications, &c. ſont capables de réſiſtance, & peuvent, en réfléchiſſant le bruit du canon, produire des échos & une eſpèce de roulement; mais les nuages, qui ne ſont autre choſe que le ſpectacle d'une portion de l'atmoſphère devenue opaque & viſible par ſuperſaturation, ne préſentent aucune ſurface réfléchiſſante;

réfléchiſſante ; les globules d'eau qui les compoſent ſont trop mobiles & ont trop peu de maſſe pour être capables de la réſiſtance néceſſaire à la réflexion du ſon ; & le bruit unique d'une décharge excitée dans l'atmoſphère, quel que ſoit le nombre & la forme des nuages qui en environnent la ſcène, ne peut jamais être répété & ne doit être entendu qu'une ſeule fois.

Cette concluſion, à laquelle on eſt conduit par le raiſonnement, eſt vérifiée par une obſervation journalière. Les marins ſavent tous qu'un coup de canon tiré en pleine mer & loin des côtes n'eſt jamais entendu qu'une ſeule fois & ſans roulement, quelque nombreux que les nuages puiſſent être, tandis que le tonnerre s'y fait entendre comme à terre par une ſuite de coups répétés. Les nuages n'ont donc pas la faculté de réfléchir les ſons, & le bruit du tonnerre n'eſt donc pas, comme on le croit encore, l'effet d'une exploſion unique, répétée & multipliée par des échos.

Une autre remarque très-importante & qui paroît avoir échappé à l'attention des obſervateurs, c'eſt que la foudre accompagne toujours la formation ſubite d'un grand nuage, ſoit qu'elle en ſoit la cauſe, ſoit qu'elle en ſoit

l'effet. L'été, lorſqu'après un tems ſec & chaud le vent dans nos climats a tourné au ſud-oueſt, on entend un premier coup de tonnerre, & le ciel qui peu de tems auparavant étoit pur & ſerein, eſt déjà occupé par des nuages. A meſure que l'orage avance & que les coups de tonnerre ſe ſuccèdent, le ciel ſe couvre de nuages nouveaux qui n'exiſtoient pas antérieurement & qui n'ont pas été apportés par les vents. Bientôt la tranſparence de l'air eſt troublée dans toute l'étendue de l'horiſon; il ſuccède une pluie dont l'abondance eſt proportionnelle au nombre & à la violence des coups de tonnerre; enfin, cette pluie & la formation des nuages qui lui donne lieu, ne ceſſent que quand le tonnerre a ceſſé de ſe faire entendre.

Un de mes amis (*a*), dans les lumières de qui je dois avoir confiance, m'a aſſuré que ſe trouvant un jour à ſa campagne, dans ſon jardin, il entendit un premier coup de tonnerre qui tomba ſur ſa maiſon; que jetant alors les yeux ſur l'atmoſphère, il y apperçut un grand nuage, & qu'il étoit certain qu'un inſtant avant le coup

(*a*) M. Fion, avocat à Beaune.

le ciel étoit pur. Des obſervations auſſi convaincantes que celle-ci ne peuvent être qu'infiniment rares; mais en conſidérant avec attention ce qui ſe paſſe dans tous les orages, il eſt impoſſible de douter de la vérité de notre remarque (*a*).

(*a*) M. le préſident de Virly, à qui j'avois fait part de cet article, m'a communiqué la note ſuivante.

Quelques obſervations ſemblent prouver que le tonnerre peut avoir lieu ſans la préſence d'aucun nuage. *Creſcentius* rapporte, comme témoin oculaire, que ſous le pontificat de Sixte V, le tonnerre tomba ſur une galère qui étoit près de l'île de Procyta, & y tua trois hommes. On trouve pluſieurs mentions de cas ſemblables dans Schenchzer (*Météor. Helv. partie* 2); & parmi les anciens, dans Homère, Anaximandre, Xénophon, Virgile, Ovide, Cicéron, Pline. On peut auſſi conſulter à ce ſujet Muſchenbroeck (*Inſt. Phyſ.*), & le diſcours de Bergman, ſur les circonſtances qui accompagnent le tonnerre.

« J'ai vu moi-même, dit Bergman, le tonnerre » tomber d'un très-petit nuage ſur un clocher, le ciel » étant d'ailleurs parfaitement clair. Ceux qui n'avoient » pas vu cette circonſtance, s'étonnoient d'un cas auſſi » extraordinaire, & ne ſavoient pas qu'il y eût aucun » nuage. Il pourroit en être de même des cas que » nous avons cités, car l'air peut être par lui-même » électrique; mais il le ſeroit difficilement aſſez pour » produire le tonnerre ».

Si la foudre accompagne toujours, ou comme cause, ou comme effet, la formation subite d'un grand nuage, le bruit du tonnerre n'est plus celui de la foudre, il est celui de la formation du nuage. En effet, lorsque sur une étendue d'une demi-lieue quarrée & sur quelques centaines de toises de hauteur l'air atmosphérique, par quelque cause que ce soit, devient tout-à-coup supersaturé, & qu'il se forme subitement un grand nuage, la grande quantité d'eau abandonnée & qui en passant de l'état aériforme à l'état liquide, est réduite à un volume à peu près neuf cens fois moindre, occasionne dans l'atmosphère une espèce de vide subit; les couches supérieures par leur poids & les couches latérales par leur ressort, se transportent pour remplir ce vide, & en se choquant avec violence, elles occasionnent un bruit. C'est ce qui arrive tous les jours en petit lorsqu'on ouvre rapidement un étui dont le couvercle ferme assez exactement; en faisant glisser ce couvercle sur la gorge, on dilate l'air intérieur, & dès que l'étui est ouvert, l'air extérieur en se portant avec une certaine vîtesse pour remplir le vide, se choque & produit le bruit qui accompagne toujours cette opération. Le bruit du coup de fouet est encore un effet

analogue à celui que nous décrivons ; car la mèche du fouet applatie en forme de cuiller & retirée ſubitement, entraîne avec elle une petite maſſe d'air & forme un vide ſubit ; ce vide donne lieu à une précipitation d'eau & à la formation d'un petit nuage, d'un pouce de volume, que l'on apperçoit facilement quand le fond du tableau eſt ſombre, & l'air environnant qui ſe preſſe pour remplir le vide, produit en ſe choquant un bruit dont l'éclat dépend de la rapidité du mouvement & de l'intenſité du vide, s'il eſt permis de parler ainſi. Enfin, la membrane que l'on briſe ſur le récipient de la machine pneumatique & qui fait un bruit conſidérable, eſt encore un exemple d'un effet analogue.

Lorſqu'un premier vide eſt formé dans l'atmoſphère ſur une étendue aſſez grande par la précipitation de l'eau, les couches ſupérieures deſcendent par leur poids pour le remplir ; mais les couches latérales ſe dilatent & deviennent à leur tour ſuperſaturées ; il ſe produit donc au-dedans d'elles une nouvelle précipitation d'eau & un nouveau vide qui étant rempli de la même manière, donne lieu à un ſecond coup, & ainſi de proche en proche. Mais les premiers vides étant remplis par des couches d'un plus grand

diamètre, les vides qui leur ſuccèdent deviennent de moins en moins intenſes à meſure que les couches où ils s'opèrent ſont plus éloignées du centre ; & les exploſions, après s'être affoiblies, ceſſent enfin lorſque les dilatations de l'air ne peuvent plus donner lieu à de nouvelles précipitations d'eau.

Il reſteroit actuellement à déterminer ſi la ſuperſaturation ſubite d'une grande maſſe d'air & la formation d'un grand nuage qui en réſulte eſt produite par l'étincelle électrique ; & dans ce cas l'étincelle pourroit indifféremment être tirée ou des nuages par la terre, ou de la terre par les nuages ; ou ſi au contraire cette étincelle eſt l'effet de la précipitation de l'eau, alors la foudre conſtamment produite dans les mêmes circonſtances, ſeroit toujours deſcendante. Il ſeroit poſſible que la ſuperſaturation de l'air fût toujours occaſionnée par l'aſcenſion rapide d'un courant d'air chaud & ſaturé (car nous avons vu que la peſanteur ſpécifique de l'air dans cet état eſt beaucoup moindre), & que la foudre ne fût que la décharge ſpontanée d'une électricité naturelle & foible, d'abord excitée par la précipitation chimique, & enſuite exaltée par le rapprochement des molécules, qui a néceſſairement lieu dans la forma-

tion d'un nuage ; mais, comme nous l'avons déjà dit, les obſervations nous manquent à cet égard, & d'ailleurs ces conſidérations s'éloignent de notre objet. Il nous ſuffit d'avoir diſtingué dans le phénomène du tonnerre ce qui eſt purement météréologique de ce qui eſt électrique.



EXTRAIT

D'UN MÉMOIRE

De M. *DORTHÈS*, D. M. Membre de la Société Royale des Sciences de Montpellier, Correſpondant de pluſieurs Académies ;

Sur un Quartz glanduleux en crête de coq, qui préſente à l'extérieur la configuration du plâtre en crête de coq de Montmartre, & ſur pluſieurs Subſtances foſſiles dont la ſubſtance eſt différente de celle des corps dont ils préſentent les formes.

M. DORTHÈS donne dans ce mémoire la manière dont il a expliqué la formation du quartz en crête de coq qu'on trouve à Paſſy, & préſente enſuite des obſervations ſur les moyens que la nature emploie pour faire pren-

dre à différens corps une forme étrangère à leur nature & qui appartient à d'autres subſtances.

Lorſqu'on donna à M. Dorthès un échantillon du quartz trouvé à Paſſy, on ne connoiſſoit point encore ce que MM. Carozzi & Macquart ont dit ſur la converſion du gypſe ou ſulfate de chaux en calcédoine. Quoique d'après l'analogie des formes on pût préſumer que ce quartz en crête de coq avoit été primitivement du ſulfate de chaux qui avoit paſſé à l'état ſiliceux, M. Dorthès rejeta cette opinion pour en adopter une autre. Il penſa que le ſulfate de chaux ſoluble dans une grande quantité d'eau, avoit pu être diſſous dans la terre marneuſe qui lui ſervoit d'enveloppe (*a*), & qu'il s'étoit infiltré une ſubſtance quartzeuſe dans ce moule qu'il avoit abandonné.

Le vide que quelques-uns de ces criſtaux préſentoient dans leur intérieur, les petites aſpérités, réſultat d'une criſtalliſation confuſe dont leurs parois internes étoient hériſſées à la manière des géodes, la caſſure vitreuſe du quartz

(*a*) On trouve le ſulfate de chaux en crête de coq de Montmartre & le quartz en crête de coq de Paſſy dans une terre marneuſe blanchâtre.

qu'offroient toujours d'autres criſtaux maſſifs, malgré l'apparence feuilletée de leur ſurface extérieure, tout le confirma dans ſon opinion. Si ces criſtaux euſſent dû leur origine à une vraie converſion du ſulfate de chaux en quartz, ils auroient eu une certaine diſpoſition à ſe ſéparer en feuillets, & ceux qu'ils préſentoient à leur extérieur étoient dûs aux impreſſions du moule.

M. Dorthès qui a examiné ce quartz avec attention, a remarqué qu'il étoit rouſsâtre, demi-tranſparent & chargé de petits corps glanduleux d'un blanc laiteux, & qui paroiſſent être de la nature de la calcédoine. C'eſt à cauſe de la préſence de ces corps que M. Dorthès donne au quartz dont il s'agit le nom de quartz glanduleux.

Après avoir expoſé ſon ſentiment ſur la formation du quartz en crête de coq, & avoir combattu celui de M. Sage, notre auteur examine quels ſont les procédés dont ſe ſert la nature pour faire affecter à certains corps une forme extérieure qui paroît appartenir excluſivement à d'autres corps, & il trouve qu'elle peut opérer ce phénomène de cinq manières différentes, 1°. par incruſtation interne; 2°. par incruſtation externe; 3°. par cémentation; 4°. par

pénétration ; 5°. par la ſouſtraction de quelques principes.

1°. L'incruſtation interne a lieu toutes les fois que des corps ayant ſubi une diſſolution quelconque, laiſſent un vide dans lequel vient s'infiltrer une autre ſubſtance qui affecte leur forme. Telle eſt, ſuivant notre auteur, l'origine du quartz en crête de coq, & peut-être celle des criſtaux de calamine du comté de Sommerſet, qui ont la forme du ſpath calcaire en dent de cochon, mais dont l'intérieur eſt creux.

Quelquefois ces moules reſtent vides ; tels ſont les moules creux qu'on rencontre dans les tufs formés par la rivière du Lez, près de Montpellier, dans leſquels on voit des impreſſions de pommes de pin, de roſeau, &c.

2°. L'incruſtation externe doit ſa naiſſance à certains corps qui ont revêtu d'une manière lente & uniforme d'autres corps ſur leſquels ils ſe ſont moulés.

Telle eſt la manière dont ſe ſont formés des tufs qui préſentent à leur extérieur des figures de mouſſe ou de fruit.

Les criſtaux de calamine du comté de Sommerſet dont nous avons parlé, doivent peut-être auſſi leur origine aux effets de l'incruſtation externe.

M. Dorthès nous donne deux exemples d'incruſtation externe que lui ont préſenté d'une part, des criſtaux de roche qui étoient revêtus d'une couche déliée de calcédoine, & qu'il crut être des criſtaux de cette dernière ſubſtance avant d'avoir examiné leur intérieur; & de l'autre, des criſtaux de quartz cubique qu'il a vus dans une colline granitique ſéparée de la fontaine de S. Myon par la rivière de Morge. Sur la ſurface & ſur-tout dans les fentes d'une roche grisâtre qui paroît faire le paſſage du granit au porphyre, on voit des criſtaux de fer cubique dont les plus gros ont environ ſix lignes; on rencontre auprès de ces criſtaux des criſtaux de quartz qui affectent la même forme & qui préſentent, ſi on les caſſe, un vide dans leur intérieur. La partie qui les avoiſine & qui eſt une croûte quartzeuſe, ſert ſouvent d'enveloppe à une belle agathe onix. Une diſſolution ferrugineuſe noirâtre environne la baſe des criſtaux & ſe perd peu à peu dans le quartz & l'agathe qui revêtent la roche granitique. On ne peut guère douter que ces criſtaux creux ne ſe ſoient moulés ſur des criſtaux de fer cubique qui auront par leur décompoſition concouru à former l'agathe qui les avoiſine.

On peut expliquer de la même manière la formation des œtites ou pierres d'aigle qu'on trouve dans les anciens atterriſſemens de la Méditerranée. Une mine de fer limoneuſe s'incruſte ſur des cailloux dont elle prend la forme; les cailloux ſe décompoſent & laiſſent du vide dans l'intérieur. Le bruit que font ces œtites quand on les ſecoue, eſt occaſionné par de l'argille en lames mobiles qu'on trouve dans leur intérieur quand on les caſſe.

3°. Nous avons l'exemple d'un changement de forme par la cémentation dans l'expérience ſuivante. Si on plonge du fer dans une diſſolution de ſulfate de cuivre, il s'empare de l'oxigène du cuivre qui reparoît ſous ſa forme métallique & prend la même forme qu'avoit le fer. On peut préſumer que dans différens cas la nature produit des effets analogues à celui-ci avec diverſes ſubſtances.

4°. Des corps poreux & qui ne ſont point pour diverſes cauſes ſuſceptibles d'une putréfaction rapide, peuvent admettre, dans les divers interſtices qui ſéparent leurs molécules, une ſubſtance métallique, pierreuſe, ou bitumineuſe, & nous préſentent un exemple des effets de la pénétration. C'eſt à cette cauſe qu'on doit attribuer l'origine des divers foſſiles pier-

reux, bitumineux ou métalliques qui ont la forme & la contexture du bois, des coquilles des ourſins, des crabes, &c. c'eſt ainſi que doit avoir été produit le fer hépatique. D'abord ſpath calcaire & pénétré par une diſſolution de fer, il eſt devenu mine de fer ſpathique; par une oxidation ſubſéquente, cette mine a paſſé à l'état de mine de fer hépatique. M. Dorthès croit qu'on doit attribuer ce phénomène à la décompoſition de l'eau qui fournit de l'oxigène au fer; il appuie ſon opinion ſur ce que cette altération du fer n'a lieu que dans les endroits humides.

5°. La ſouſtraction de quelques principes des corps peut altérer leur nature ſans changer leur forme. Certaines ſubſtances peuvent, en ſubiſſant quelques décompoſitions, perdre de leurs principes, de leurs propriétés, & en acquérir de nouvelles. Notre auteur cite pour exemple, la décompoſition des pierres ſiliceuſes, « dont on ne peut douter aujourd'hui, dit-il, & qui, toute ſingulière qu'elle eſt, a moins de quoi ſurprendre que la converſion du plâtre en calcédoine ». Les principales parties conſtituantes du ſilex ſont l'argile, le quartz & le fer qui ſert de lien aux deux premiers principes. Si le fer vient à être enlevé,

le quartz disparoît ave lui, & il ne reste qu'une masse argileuse qui conserve la forme extérieure du silex, qui contient un peu de fer à l'état d'oxide, & à qui elle doit son odeur, suivant les expériences de M. Dorthès. Ce savant a vu que l'alumine précipitée ou sulfate d'alumine, contient encore du fer. Ce n'est que par de longues digestions qu'on vient à bout de l'en séparer; l'alumine est alors sans odeur.

M. Dorthès finit son mémoire par des observations sur la décomposition des pierres dans le sein de la terre. Il présume, 1°. « que les pierres qui ne contiennent point de fer sont peu sujettes à être décomposées; 2°. que cette décomposition, qui n'a lieu que dans les endroits humides, s'opère par la décomposition de l'eau dont l'oxigène se porte sur le fer ».



MÉMOIRE

Sur la Coloration des Matières végétales par l'air vital, & sur une nouvelle Préparation de Couleurs solides pour la Peinture ;

Par M. DE FOURCROY.

LES découvertes des chimiſtes modernes ont tellement influé ſur l'analyſe végétale, qu'elles ont fait ſentir la néceſſité de reprendre celle-ci dans tous ſes points, & d'adopter de nouvelles idées ſur la compoſition & ſur la nature des principes conſtituans des végétaux. Elles ont ſur-tout fait connoître que les baſes primitives & formatrices de ces êtres organiſés ſont beaucoup plus ſimples qu'on ne penſoit, & que la différence ſi ſingulière de tous leurs matériaux immédiats, quoique extrêmement variés, tient preſqu'uniquement à la diverſité de proportion dans les principes qui les compoſent. Elles ont appris comment avec ſi peu d'élémens différens, avec l'eau, l'air atmoſphérique, le calorique,

que, le contact des rayons solaires & quelques gaz dégagés de la surface de la terre, les machines végétales croissent & forment par des combinaisons successives, toutes les substances qui les constituent. Ainsi les extraits, les mucilages, le corps sucré, les acides, les huiles, les résines, le gluten & toutes les matières qu'on extrait des végétaux par des procédés simples & sans les dénaturer, & qu'on a nommées à cause de cela *principes immédiats* des plantes, sont des composés chimiques, formés presque tous des mêmes principes primitifs, & qui ne different que par les proportions de ces principes, & quelquefois par leurs combinaisons plus ou moins nombreuses. Ce sont toujours des composés d'hydrogène, de carbone & d'oxigène auxquels l'azote est associé au moins dans quelques-uns. Plusieurs chimistes modernes ont douté de la présence de l'oxigène dans ces produits naturels; cependant l'acidification qui a souvent lieu dans les végétaux, le nombre & la quantité quelquefois considérable des acides qu'on y trouve, semblent annoncer la présence & la fixation de ce principe acidifiant. Il est vrai que l'air vital, & sur-tout sa base ou l'oxigène a une action si remarquables sur plusieurs des principes extraits des végétaux, & que

cette action paroît les altérer si fortement & si promptement, qu'ils semblent n'en avoir point éprouvé l'influence pendant le travail de la végétation. Cette remarque est sur-tout relative aux matières colorantes végétales sur lesquelles les découvertes de Schéele & de M. Berthollet ont jeté beaucoup de jour.

Le premier de ces chimistes trouva que la plupart de ces matières étoient décolorées par l'acide muriatique oxigéné. M. Berthollet a poussé beaucoup plus loin cette découverte. Il a prouvé par des expériences aussi neuves qu'ingénieuses,

1°. Que les matières colorantes végétales étoient toutes décolorées, excepté les jaunes par l'acide muriatique oxigéné.

2°. Que cette décoloration faisoit passer l'acide muriatique oxigéné à l'état d'acide muriatique ordinaire.

3°. Que ces matières décolorées avoient absorbé l'oxigène, & n'étoient alors privées de leurs couleurs, que par la surcharge de ce principe.

4°. Que l'acide muriatique oxigéné devenoit par cette propriété décolorante, une pierre de touche, pour reconnoître la solidité des couleurs & des teintures.

5°. Qu'on pouvoit auſſi l'employer pour blanchir les tiſſus de fil & de matières végétales en général. Ce dernier réſultat eſt devenu aujourd'hui un art nouveau pratiqué dans pluſieurs de nos provinces, porté en Angleterre & dont les ſuccès doivent mériter la reconnoiſſance publique à ſon inventeur. Il a ſubſtitué un nouveau blanchîment à l'ancienne méthode, & diminué le tems, l'emplacement & la main-d'œuvre.

Il ne paroiſſoit donc pas douteux, d'après ces belles expériences, que l'oxigène ayant tant d'influence ſur les principes végétaux & altérant ſi fortement leurs propriétés, ils n'en contenoient point dans l'état naturel, & cette opinion s'accordoit bien avec la propriété qu'on avoit reconnue aux feuilles d'exhaler de l'air vital & de ne pas le retenir dans leur compoſition. Mais il m'avoit paru trop exagéré de regarder l'air vital comme le principe toujours décolorant les végétaux. J'étois depuis long-tems frappé de pluſieurs phénomènes de la nature & des arts, qui me portoient à penſer que l'air vital influoit ſur la coloration de quelques matières végétales. Les étoffes teintes à l'indigo, qui ſortoient vertes des cuves & ne devenoient bleues que par le contact de l'air, la teinture noire de la laine qui ne prenoit ſa nuance vraie que

par l'expofition dans l'atmofphère, les byffus & les mucors qui croiffoient blancs dans le vide & que je voyois fe colorer enfuite dans l'air, toutes les infufions & décoctions végétales qui fe fonçoient en couleur, par le contact de l'air de l'atmofphère, la coloration des vins blancs expofés à l'air, prefque tous les phénomènes de la teinture & de la peinture elle-même, me tenoient en fufpens; & fi je ne pouvois pas douter d'après les recherches de M. Berthollet, que l'air vital & l'abforption de l'oxigène ne fuffent véritablement les caufes de la décoloration plus ou moins rapide de tous les corps végétaux colorés, je croyois reconnoître qu'avant cette décoloration complette, les nuances changeoient, certaines couleurs fe fonçoient, quelques-unes reftoient plus ou moins ftationnaires & plus fixes qu'auparavant, après avoir abforbé une certaine quantité d'oxigène. En réfléchiffant à tout ce que j'avois vu fur ces phénomènes, je crus reconnoître que l'oxigène influoit véritablement fur la coloration de plufieurs principes végétaux. C'eft cette influence que je défire finon de démontrer, au moins de propofer à l'attention & aux recherches des favans. Pour la rendre plus fenfible, je ferai d'abord obferver qu'il eft hors de toute vraifemblance que l'air

vital dans lequel ſont ſans ceſſe plus ou moins plongés les végétaux, n'ait pas une action quelconque ſur leurs principes, lorſqu'on voit que ceux qui croiſſent à l'abri de l'air, ſont foibles & ſans couleur, qu'on remarque que les plantes qui végétent ſans abri & ſans être expoſées à une température trop baſſe, ſont vigoureuſes & très colorées. Les feuilles en ſortant des bourgeons ſont d'un vert pâle, elles ſe foncent en couleur, lorſqu'elles ſont bien développées dans l'air. Les fleurs pliées dans leurs calices, n'ont ſouvent qu'une nuance verdâtre ou blanchâtre; leur épanouiſſement les colore bientôt; il eſt vrai que c'eſt aux dépens de leur fraîcheur & & qu'on les voit bientôt flétries par le contact de l'air, qui fait ſouvent varier trois ou quatre fois leur couleur avant qu'elles ſoient tout-à-fait fanées.

D'ailleurs l'abſorption de l'oxigène par les végétaux, quoique regardée pendant quelque tems comme douteuſe, ne me paroiſſoit plus être un problême, lorſque je trouvois que les acides, ſi fréquens & ſi abondans dans ces êtres, ne peuvent y exiſter ſans ce principe; car la formation artificielle de ces acides par le moyen de celui du nitre qui cède manifeſtement de l'oxigène aux végétaux, met cette dernière

vérité hors de doute. Mais outre cette formation des acides, il m'a paru qu'un des principaux rôles de l'oxigène étoit d'influer sur la coloration des matières végétales.

Si les faits que j'ai déjà cités pour appuyer cette opinion laissent quelques incertitudes, je crois pouvoir les dissiper par des expériences plus décisives & dont les résultats sont plus clairs que ce qui se passe dans les filières des végétaux, & par le travail caché de la végétation. Les plantes & leurs produits divers, exposés à l'action de l'oxigène atmosphérique lorsque la végétation y est interrompue & lorsque l'obscurité de son mécanisme n'embarrasse plus notre raisonnement, sont altérés de manière à ne laisser plus de doute sur l'influence de cet agent; les feuilles pâlissent, leur nuance se dégrade & passe peu à peu au jaune fauve, pour rester ensuite long-tems inaltérable sous cette livrée. Les fécules de l'indigo & du pastel, après avoir éprouvé un commencement de décomposition, prennent une belle couleur bleue par l'absorption de l'oxigène, car la formation du bleu n'a lieu que par le contact de l'air & le battage. Cette vérité est encore confirmée par l'action de l'acide muriatique oxigéné, qui apprend en même tems que

les doses & les proportions de l'oxigène font varier les couleurs de ce produit. En effet, une portion d'oxigène ajoutée à la couleur bleue, la convertit en verte ; si on la lui enlève, elle repasse au bleu ; si au contraire on en ajoute davantage, elle devient jaune, & alors ce nouvel ordre de combinaison en a tellement altéré le tissu intime, qu'on ne peut plus faire reparoître le bleu. Si l'on enferme de la teinture ou du syrop de violettes, & de la teinture aqueuse de tournesol, l'une & l'autre perdent presqu'entièrement leur couleur ; mais en les exposant ensuite à l'air atmosphérique, & mieux encore au contact de l'air vital, leur nuance bleue reparoît avec tout son éclat : d'autres fluides élastiques ne produisent point cet effet. Ici c'est encore la proportion d'oxigène qui fait naître cette couleur ; car si on l'augmente, le bleu disparoît, & il ne reste qu'une nuance jaune, comme MM. Schéele & Berthollet l'ont fait voir.

Les effets du contact de l'air sur les décoctions des bois & des écorces jaunes ou rouges offrent un phénomène très-remarquable & dont on pourra tirer un grand parti pour la préparation des couleurs utiles à la peinture. La plupart des décoctions de ces substances, ex-

posées à l'air, se troublent & se recouvrent d'une pellicule grenue qui passe successivement par les nuances de brun noir, de brun pourpre, de rouge maron, d'orangé & de jaune; à ce dernier état l'altération s'arrête & la couleur est devenue inaltérable. Les nuances indiquées dans l'ordre où elles ont lieu, sont dues à des proportions d'oxigène qui vont en croissant depuis le brun foncé jusqu'au jaune; on peut arrêter à chacune d'elles la fixation de l'oxigène en les séparant de l'eau qui y contribue beaucoup, & en les faisant sécher promptement.

J'ai préparé ainsi avec les décoctions de deux espèces de quinquina, celui du Pérou & celui de S. Domingue, qui est l'écorce du *Cinchona Caribæa* de Linnéus, des couleurs brune maron, rouge, pourpre, qui ont beaucoup d'éclat & de fixité, & dont un peintre a constaté la bonté & les qualités dans son emploi. Ce qui m'a fait penser que ces couleurs variées devoient leur naissance à la fixation de l'oxigène, c'est qu'en prenant le premier dépôt brun foncé des décoctions du quinquina de S. Domingue, & le traitant par l'acide muriatique oxigéné, on le fait passer par toutes les nuances indiquées ci-dessus à mesure qu'il absorbe plus d'oxigène, & on l'amène enfin à l'état d'une

matière d'un assez beau jaune stable, fixe, fusible au feu, résineuse, dissoluble dans l'alcohol, tandis qu'étant rouge ou maron, elle n'est soluble ni dans l'eau bouillante, ni dans l'alcohol. Pour faire connoître ces altérations de couleur dans le produit précipité ou évaporé des décoctions de quinquina, il faut, à la vérité, exposer ce produit dans des flacons remplis d'eau qui en est saturée, au contact du gaz acide muriatique oxigéné; car cet acide liquide, versé sur le produit bien sec, n'en altère point ou presque point la nuance; tandis que le carmin le plus foncé, le plus riche & le mieux préparé devient tout-à-coup blanc & sans couleur par le contact de cet acide liquide. Voilà donc cinq à six nuances de belles couleurs durables lorsqu'elles sont sèches, formées par un seul produit végétal saturé de doses différentes d'oxigène. La même expérience, faite sur les décoctions des bois, des écorces, des racines employés à la teinture, donnera de même, comme j'ai déjà commencé à l'entrevoir par mes essais, des dépôts de couleurs très-variées qui formeront par l'acide muriatique oxigéné des espèces de fécules colorées ou plutôt de corps plus ou moins résineux d'une grande utilité pour la peinture; & c'est,

ſi je ne me trompe, une branche nouvelle d'induſtrie que l'on devra à la chimie. Mais ſans nous livrer ici à l'énumération de ce que ce nouveau procédé promet à la peinture, ſans entrer dans des détails qui trouveront leur place dans nos ſéances particulières, je me borne à ce que ces faits préſentent pour la théorie de la ſcience, ſi immédiatement applicable aux pratiques de tous les arts qui s'occupent des couleurs.

Il me paroît prouvé par les faits que j'ai recueillis & par les expériences dont je n'ai donné ici que les réſultats les plus généraux,

1°. Que l'oxigène combiné aux ſubſtances végétales en change la couleur.

2°. Que les proportions de ce principe font varier les nuances des matières végétales colorées.

3°. Que ces nuances ſuivent des eſpèces de dégradations depuis les couleurs les plus foncées juſqu'aux plus claires, & que l'extrême de celles-ci eſt la décoloration la plus complette.

4°. Que cette dégradation n'a pas lieu dans pluſieurs matières végétales, comme M. Berthollet l'a annoncé.

5°. Que pluſieurs couleurs végétales rouges,

violettes, pourpres, marons, bleues, ſont dues à des proportions diverſes d'oxigène; mais qu'aucunes de celles-là ne ſont entièrement ſaturées de ce principe.

6°. Que cette ſaturation complette donne le plus ſouvent des couleurs jaunes qui ſont les moins altérables de toutes.

7°. Que non-ſeulement les matières végétales colorées par l'oxigène changent de couleur ſuivant les proportions de ce principe, mais qu'elles changent auſſi de nature & qu'elles ſe rapprochent d'autant plus de l'état réſineux, qu'elles ſont plus voiſines de la couleur jaune.

8°. Enfin, que telle eſt la cauſe de l'altérabilité des rouges, des bruns, des violets tirés des végétaux; qu'il exiſte un moyen de les fixer, de les rendre durables, en les imprégnant d'une certaine quantité d'oxigène par le moyen de l'acide muriatique oxigéné, & en imitant par ce procédé celui de la nature qui ne prépare jamais les couleurs fixes & permanentes que dans les corps expoſés long-tems au grand air.



ANALYSE DU TAMARIN,

Et Réflexions sur quelques-unes de ses Préparations médicinales ;

Par M. VAUQUELIN, *Etud. en Médecine.*

§. I.

Ce qu'on a fait jusqu'ici sur l'analyse du Tamarin.

LE tamarin dont on fait usage en médecine est la pulpe de la gousse d'un arbre qui croît dans plusieurs pays chauds, mais plus particulièrement dans l'Amérique, & qui est placé dans la triandrie monogynie de Linneus. Les habitans du pays où croît le tamarin nous envoient cette substance après l'avoir extraite de ses gousses & l'avoir légèrement desséchée, sous la forme d'une pâte noirâtre, poisseuse & d'une saveur acide ; ils envoient aussi dans

notre pays, mais en petite quantité, des légumes de tamarin confit dans du ſucre, & qui ne ſont d'uſage que ſur les tables. Nous n'inſiſterons point ici ſur la ſtructure, ni ſur la nature chimique de ces fruits, ils ont été mêlés à des corps étrangers, & d'ailleurs ce n'eſt point ſur le tamarin, dans cet état, que nous avons opéré.

Depuis qu'on a fait uſage du tamarin, l'on a reconnu que cette ſubſtance étoit acide, mais on n'a déterminé qu'imparfaitement de quelle nature étoit cet acide; à la vérité, quelques chimiſtes, & particulièrement MM. Cornette & de Laſſone le fils, y ont trouvé du tartre; ce qui eſt confirmé par l'analyſe ſuivante.

MM. Rouelle, Cartheuſer, Bucquet, &c. ont penſé que les tamarins contenoient un principe analogue à l'acide gallique, à cauſe qu'on l'employoit autrefois dans la teinture en noir; mais ces derniers ont été trompés par une fauſſe apparence.

M Bergman a dit, dans ſa diſſertation ſur les attractions électives des corps, que l'acide du tamarin pourroit bien être de la même nature que celui du tartre; mais il n'avoit deviné qu'à moitié. Schéele, qui a fait connoître la nature acide de tant de matières végétales,

n'a point du tout parlé de celle du tamarin (*a*).

Les moyens que nous a fournis ce célèbre chimiste pour distinguer les acides végétaux les uns des autres, nous ont beaucoup servi pour reconnoître ceux qui sont contenus dans les tamarins.

On a trouvé jusqu'à ce jour six acides différens tout formés dans les végétaux, savoir,

1°. L'acide oxalique, dont le caractère est de décomposer tous les sels calcaires en général & de former alors avec la chaux un sel insoluble.

2°. L'acide tartareux, reconnoissable par sa propriété de passer à l'état de *crême de tartre* ou d'acidule tartareux par l'addition d'une petite quantité de potasse, & qui diffère du précédent en ce qu'il ne décompose point les sels calcaires minéraux.

3°. L'acide citrique, différent des deux premiers, parce qu'il ne donne point d'acidule cristallisable avec une quantité de potasse au-dessous de celle qui est nécessaire pour le sa-

(*a*) Je viens d'apprendre que M. Westrumb avoit prouvé, dans le second volume de ses Opuscules, qu'il y avoit de l'acide tartareux libre dans le tamarin.

turer, mais qui a de commun avec l'acide oxalique de donner un sel insoluble avec la chaux, & avec l'acide tartareux de ne décomposer aucuns des sels calcaires dont les acides minéraux forment un des principes constituans.

4°. L'acide malique, qui s'écarte des autres par le sel soluble qu'il donne avec la chaux & par son incristallisabilité.

5°. L'acide gallique, très-reconnoissable par le sel noir auquel il donne naissance avec l'oxide de fer, & par sa propriété cristallisable.

6°. Enfin, l'acide benzoïque, remarquable par sa volatilité à une chaleur douce & par son odeur aromatique.

§. II.

Expériences générales.

Recherchons actuellement si nous retrouverons quelques-uns de ces caractères dans l'acide des tamarins. Le tamarin que nous avons examiné est celui qu'emploient tous les pharmaciens de Paris; sa couleur est d'un rouge foncé & paroît noire; sa saveur est acide, sucrée & agréable; son odeur est vineuse. Délayé dans

l'eau à la température de 10 degrés, il donne à ce fluide une légère couleur rouge & une saveur acide agréable; l'eau acquiert la propriété de rougir les couleurs bleues végétales, de précipiter l'eau de chaux & de constituer une matière saline peu soluble avec quelques atômes de potasse. La liqueur ainsi précipitée par la potasse est encore acide & ne précipite plus par l'addition d'une nouvelle quantité d'alkali; ce qui indique déjà la présence de deux acides différens dans la pulpe de tamarin. Cette eau, évaporée jusqu'à la réduction d'$\frac{1}{12}$, a une couleur rouge brune, une saveur acide très-forte, la consistance d'un syrop épais, & fournit par le refroidissement beaucoup de cristaux blancs & transparens.

§. III.

Macération du tamarin dans l'eau.

Première Expérience.

Pour connoître la nature & les quantités des acides qui existent dans la pulpe des tamarins, on a délayé 4 onces de cette matière dans 8 onces d'eau distillée froide qu'on a laissé macérer pendant plusieurs heures; on a passé ensuite

enſuite la liqueur au travers d'un linge ; on l'a fait évaporer à peu près juſqu'à la moitié, & on l'a abandonnée à elle-même ; elle a dépoſé pendant le refroidiſſement quelques criſtaux blancs légèrement acides, peu diſſolubles dans l'eau, & entièrement inſolubles dans l'alcohol ou eſprit-de-vin. On a mis ces criſtaux à part ; ils peſoient 12 grains après avoir été deſſéchés.

Seconde Expérience.

La liqueur réduite à un quart de ſon volume n'ayant plus donné davantage de ſel, on y a verſé quelques gouttes de diſſolution de potaſſe ; il s'en eſt ſéparé une matière ſaline analogue à celle qu'on a obtenue par l'évaporation & le refroidiſſement ; il y en avoit 45 grains, & c'étoit du tartrite acidule de potaſſe ou de la crême de tartre.

Troiſième Expérience.

Quand la potaſſe n'a plus produit de criſtaux acidules dans la liqueur encore acide, on a fait bouillir celle-ci ſur de la craie en poudre ; il y a eu une vive effervefcence, & il s'eſt formé un dépôt aſſez conſidérable. Ce précipité a été

traité avec le quart de ſon poids d'acide ſulfurique étendu de ſix parties d'eau; & après avoir fait bouillir le mélange pendant quelques minutes, on a filtré la liqueur & on l'a fait évaporer. A meſure que cette opération avançoit, il s'en ſéparoit quelques atômes de ſulfate de chaux tenus en diſſolution par l'acide qui étoit auparavant dans la chaux & qui en avoit été dégagé par l'acide ſulfurique. On a ſéparé cette matière, & la liqueur réduite à peu de volume s'eſt priſe en une maſſe de criſtaux blancs, irréguliers, qui ſe diſſolvoient facilement dans l'eau & dont la diſſolution ne précipitoit ni par l'acide oxalique, ni par le muriate de baryte, ni par la potaſſe, mais qui formoit un précipité avec l'eau de chaux. D'après les proprietés que nous avons aſſignées à l'acide citrique, on reconnoît facilement que c'eſt cet acide qui exiſtoit dans le tamarin & qui en a été ſéparé par la craie; cet acide peſoit 3 gros, ce qui fait 1 once & demie par livre.

Quatrième Expérience.

Les papiers bleus n'indiquant plus d'acide libre dans la liqueur où la craie avoit formé un précipité, on l'a fait évaporer; pendant cette

opération, il s'en eſt ſéparé une matière qui avoit l'aſpect ſalin, point de ſaveur, & qui étoit de la même nature que le dépôt précédent, auquel on l'a réuni avant que de le traiter avec l'acide ſulfurique. La potaſſe formant un précipité dans cette liqueur, on penſa qu'elle contenoit un ſel à baſe de chaux; en conſéquence, pour ſavoir quelle en étoit la nature, on y a mêlé une diſſolution d'acétite de plomb, qui y a produit un dépôt aſſez abondant peſant 27 grains. En traitant ce précipité par l'acide ſulfurique, on s'eſt aſſuré qu'il étoit compoſé de plomb, d'acide malique ou de l'acide ſemblable à celui des pommes, & on a en eſtimé la quantité à 10 grains.

Cinquième Expérience.

Dans la liqueur épaiſſie à peu près comme un ſyrop, on a verſé de l'alcohol ou eſprit-de-vin très-rectifié qui en a ſéparé une grande quantité de matière griſe, gluante & tenace, qui préſentoit tous les caractères d'un mucilage & qui peſoit 1 gros & demi dans l'état de ſiccité.

Sixième Expérience.

On a mis enſuite dans la liqueur quelques

gouttes d'acide oxalique pour précipiter la chaux qui dégagée de l'acide malique s'étoit combinée avec l'acide acéteux de l'acétite de plomb employé pour obtenir l'acide malique; lorſque la liqueur n'a plus fourni de précipité avec l'acide oxalique, on l'a filtrée; elle avoit une couleur rouge orangée, une ſaveur ſucrée, très-marquée, mais elle laiſſoit dans la bouche un goût amer & nauſéeux. On l'a fait évaporer juſqu'à ſiccité; on a ſenti pendant le cours de cette évaporation l'odeur du vinaigre qui ſe volatiliſoit par la chaleur, & il paroît que tout a été diſſipé, car la liqueur n'altéroit plus les couleurs les plus ſenſibles ſur la fin de l'opération; la matière légèrement deſſéchée peſoit 4 gros & offroit toutes les propriétés du ſucre.

On voit que par une ſimple macération l'eau enlève à la pulpe du tamarin, 1°. du mucilage; 2°. du ſucre; 3°. de l'acide tartareux pur; 4°. du tartrite acidule de potaſſe ou de la crême de tartre; 5°. de l'acide citrique; 6°. de l'acide malique. Mais ſi l'on applique l'eau bouillante à cette matière déjà traitée par l'eau froide, on en obtient encore pluſieurs principes, comme on va le voir par les expériences ſuivantes.

§. IV.

Décoction du tamarin.

Première Expérience.

Sur les 4 onces de tamarin qui avoient été traitées par l'eau froide, on a fait bouillir 8 onces d'eau pendant un demi-quart-d'heure, ensuite on a passé la liqueur au travers d'un linge serré, & on l'a livrée au refroidissement; plusieurs heures après elle s'est prise en une masse brune, tremblante, qui s'est séparée en deux parties, dont l'une liquide occupoit la partie inférieure, & l'autre molle, demi-transparente & ayant l'aspect d'une gelée, nageoit au-dessus de la première. On a séparé ces deux substances, afin de pouvoir les examiner plus facilement chacune en particulier.

Seconde Expérience.

La matière gélatineuse ne se dissout qu'en très-petite quantité dans l'eau froide, même aidée de l'agitation; l'eau bouillante la dissout entièrement, & la dissolution se prend de

nouveau en gelée par le refroidiſſement ; mais ſi on la fait bouillir long-tems, elle perd cette propriété, reſte liquide, & ſemble ſe rapprocher de la nature des mucilages ordinaires. C'eſt ainſi que dans certaines opérations des arts qui s'occupent de la conſervation de quelques parties végétales, & notamment dans la préparation des gelées, il arrive ſouvent que ſi l'on n'a pas mis une quantité ſuffiſante de ſucre pour abſorber la plus grande partie de de l'eau du fruit, & ſi l'on eſt obligé de faire bouillir long-tems, le principe gélatineux ſe détruit au lieu de ſe cuire, comme on le croit communément, & perd la propriété de ſe réunir en une maſſe dont les molécules adhèrent les unes aux autres avec une certaine force, comme dans une gelée bien faite. La matière gélatineuſe du tamarin ſe deſsèche facilement; dans cet état elle eſt tranſparente & pèſe 2 gros.

Troiſième Expérience.

La liqueur d'où la gélatine s'étoit ſéparée, réduite à un quart de ſon volume, a dépoſé beaucoup de criſtaux ſalins qui étoient de véritable tartrite acidule de potaſſe ; ils peſoient 63 grains.

Quatrième Expérience.

La liqueur évaporée plus fortement & mêlée avec l'alcohol, a laiſſé dépoſer 10 grains d'une matière mucilagineuſe parfaitement analogue à celle de l'expérience 5, §. I.

Ces faits nous apprennent que l'eau froide, à la doſe à laquelle on l'emploie le plus ordinairement au traitement du tamarin pour l'uſage de la médecine, ne lui enlève pas tout ce qu'il contient de ſoluble; que la gélatine qui paroît par elle-même indiſſoluble dans l'eau froide, ainſi que le tartrite acidule de potaſſe dont la ſolubilité eſt auſſi très-bornée, reſtent dans le marc du tamarin lorſqu'on ne l'a pas fait bouillir dans l'eau chaude.

Le réſidu des 4 onces employées & ſoumiſes ſucceſſivement à l'action de l'eau froide & de l'eau chaude, ne préſentoit plus alors que des membranes sèches, cornées, quelques ſemences & une matière parenchimateuſe dont la ſaveur étoit peu ſenſible; il ne coloroit plus l'eau dans laquelle on le faiſoit bouillir, & ne peſoit plus qu'une once & demie étant ſec.

De toutes ces expériences réunies & comparées, on peut conclure que la pulpe de

tamarin du commerce dans l'état le plus ordinaire, contient par livre,

	onc.	gr.	grai
1°. De tartrite acidule de potasse,	«	4	12
2°. De gomme,	«	6	«
3°. De sucre,	2	«	«
4°. De gélatine,	1	«	«
5°. D'acide citrique,	1	4	«
6°. D'acide tartareux libre,	«	2	«
7°. D'acide malique,	«	«	40
8°. Matière féculente,	5	«	«
9°. Enfin d'eau,	5	6	52
Ce qui en tout fait,	16	«	«

Il ne me reste plus maintenant qu'à faire quelques remarques sur l'emploi de cette substance en médecine. Il est une vérité mieux sentie aujourd'hui par les médecins qu'elle ne l'étoit autrefois; c'est que pour appliquer avantageusement les remèdes aux maladies, il faut, autant qu'il est possible, connoître le rapport qu'il y a entre les uns & les autres, & que comme on emploie souvent plusieurs corps ensemble, il n'est pas permis d'ignorer leur action réciproque & le résultat de leur combinaison.

L'impéritie ne se fait voir que trop souvent en ce genre, & des changemens de couleur, de saveur, de consistance, de qualité enfin qu'on n'avoit pas soupçonnés, arrivent tous les jours dans les mélanges médicamenteux qu'on fait faire.

Pour mieux faire sentir comment se comporte le tamarin avec quelques autres substances auxquelles on l'associe souvent, je dois indiquer encore ici quelques propriétés des acides tartareux & citrique. Celui-ci décompose l'acétite, le tartrite de potasse & le tartrite de soude, & donne naissance à des tartrites acidules de potasse & de soude qui se précipitent, & à du citrate de potasse & de soude qui restent dans la liqueur. L'acide tartareux réunit à ces propriétés qu'il possède encore plus éminemment, celle de décomposer une partie des sulfate, nitrate & muriate de potasse, & de former du tartrite acidule de potasse, qui, s'il n'est pas dissous dans une grande quantité d'eau, se précipite & ne laisse à sa place que des sels avec excès d'acide plus ou moins désagréables.

Ainsi, le tamarin, comme nous l'avons vu plus haut, contenant ces deux acides produira les effets qui viennent d'être énoncés, si on

l'emploie, comme il arrive ſouvent, avec des ſels à baſe de potaſſe; & ſi, par exemple, on l'employoit dans une médecine où il entre du tartrite de potaſſe ou ſel végétal; ou le malade ſeroit obligé d'en prendre une partie dans l'état ſolide, ou il n'y exiſteroit point ou preſque point d'acide, ſuivant qu'on auroit fait le mélange avant ou après la colature; & l'une de ces circonſtances arrive néceſſairement dans une médecine compoſée de manne, de séné, de tamarin & de ſel végétal.

D'après ces réflexions fondées ſur des faits, on voit que ſi l'on a intention de conſerver la qualité acide du tamarin dans un médicament liquide ſur-tout, il ne faut point y faire entrer, conjointement avec lui, des ſels dont la potaſſe ſoit un des principes, & particulièrement les acétites & les tartrites de potaſſe & de ſoude qu'il décompoſe & transforme en tartrites acidules & en citrates.



TRAITÉ

De la Culture du Nopal & de l'Education de la Cochenille dans les Colonies Françoises de l'Amérique ; précédé d'un Voyage à Guaxaca ;

Par M. THIERY DE MENONVILLE.

Extrait par M. BERTHOLLET.

L'EXTRAIT de cet ouvrage paroît étranger au but qu'on s'est proposé en publiant ce recueil; mais la cochenille est un objet si important pour le commerce, & si intéressant pour les arts, qu'il ne peut être indifférent d'acquérir des connoissances sur ses mœurs & sur les soins qu'exige son éducation.

Un autre motif m'a engagé ; je trouvois dans cet ouvrage les fruits d'une entreprise courageuse, qui n'avoit été faite que par la noble passion d'enrichir nos colonies d'un don de la nature, qu'une nation étrangère veut posséder exclusivement.

Les eſpagnols obſervèrent que les indiens du Mexique ſe ſervoient de la cochenille pour colorer leurs maiſons & teindre leur coton. Frappés de la beauté de cette couleur, ils en inſtruiſirent le miniſtère qui ordonna à Cortez en 1523, de multiplier cet inſecte précieux.

Réaumur propoſa au régent de faire tranſporter la cochenille dans nos colonies ; mais ce projet ne ſut point exécuté. M. Thiery de Menonville le forme de nouveau : il n'eſt point effrayé de tous les obſtacles qu'il doit rencontrer; il ne prend que la moitié de la ſomme modique de 4000 liv. qui lui eſt accordée pour pouvoir avec l'autre moitié tenter ſon entrepriſe par une autre voie, ſi celle qu'il a choiſie ne le conduit pas au ſuccès : il ſe contentera, dit-il, de pain & d'eau pour vivre.

Il s'embarque le 21 janvier 1777, au Port-au-Prince : il s'arrête à la Havane, il arrive à la Véra-Crux : il apprend que c'eſt à Guaxaca que l'on cultive la plus belle cochenille : ſon choix eſt fait ; c'eſt à Guaxaca qu'il ira la prendre ; mais Guaxaca eſt éloigné de 70 lieues, & l'on ne peut y arriver qu'en eſcaladant de hautes montagnes, en traverſant des fleuves dangereux, & enfin, que par des chemins toujours mauvais : il faudra qu'il échappe à la vigilance de ſatellites

nombreux & à l'inquiète ſurveillance des gouverneurs. Rien ne l'arrête ; il eſt obligé d'employer toute l'aſtuce qu'auroit pu exiger une entrepriſe politique ou criminelle. Il flatte pour intéreſſer, & ſous le prétexte de ſon goût pour la botanique & du beſoin de rétablir ſa ſanté, il obtient d'aller prendre les bains à la rivière de Madeline, qui eſt à quelques lieues de Véra-Crux ; mais il prend la route de Guaxaca : il voit pour la première fois la cochenille à Gallatillan ; il palpite de joie ; mais quelques réflexions viennent mêler de l'amertume à ſon ivreſſe : comment pourra-t-il tranſporter un animal ſi léger, ſi friable, ſi facile à écraſer, & qui tombé une fois, ne ſe rattache plus à ſa plante ? Les ſecouſſes du cheval dans un long voyage par terre, lui permettront-elles de les conſerver ? Et ces plantes volumineuſes ſur leſquelles il l'avoit vu, comment les emporter ? comment les ſouſtraire aux perquiſitions auxquelles il doit être ſoumis ?

Arrivé à Guaxaca, il ſe procure des caiſſes, il achète des nopals couverts de cochenille, ſous le prétexte qu'ils doivent ſervir à un onguent pour la goutte. Il mêle d'autres plantes à ces nopals, & il a le bonheur de les ſortir comme une futilité qu'emporte un botaniſte. Il

essuie une tempête affreuse, relâche à Campêche; il y prend des pieds d'un cacte inerme qui peut servir à entretenir la cochenille, & il arrive au Port-au-Prince le 25 septembre de la même année.

Il emploie toute son activité à établir une nopalerie, à étudier les soins qu'exige l'éducation des deux espèces de cochenilles; il reconnoît que la cochenille sylvestre existe sur une espèce d'opuntia à Saint-Domingue. Son ame fière, est ulcerée de ce que ses services sont méconnus & ses soins mal secondés: il meurt de chagrin en 1780.

Le cercle des philadelphes qui ne doit son établissement qu'au désir de rendre nos sciences utiles à Saint-Domingue, a recueilli ses papiers, & c'est à ses soins qu'on doit la publication du traité dont je présente l'extrait, en me bornant à ce qui a rapport à la cochenille & aux opuntia qui lui servent de nourriture.

Je commencerai, suivant la marche de l'auteur, par faire connoître les opuntia, je passerai ensuite aux deux espèces de cochenille, & enfin je décrirai les expériences comparatives que j'ai faites sur la cochenille fine ou mestêque, sur la cochenille sylvestre du Mexique, & sur celle qu'on a élevée à S. Domingue.

Des Cactes.

Le cacte eſt un genre de plante très-nombreux & particulier à l'Amérique. Cette plante pouſſe en terre un pivot très-profond, & des racines fibreuſes & traînantes à un pouce de la ſurface de la terre : elle eſt d'un verd de diverſes nuances, ſelon les diverſes eſpèces ; la ſubſtance en eſt très-tendre & charnue ; mais elle devient un bois très-dur, par la vétuſté : elle eſt pleine d'une ſève mucilagineuſe, qui s'extravaſe quelquefois comme une gomme opaque & farineuſe, blanche ou jaune, qui ſe durcit promptement, & ſe diſſout comme la gomme, mais qui n'eſt ni ſi viſqueuſe ni ſi tenace ; les tiges s'élèvent en arbre par la naiſſance ſucceſſive d'autres tiges, ſortant les unes des autres, de manière qu'elles ſemblent jointes par articles ; mais l'apparente ſolution de continuité s'oblitère avec l'âge de la plante, & tous ces articles diſparoiſſent par l'accroiſſement des parties, au point que les articles des cactes comprimés ſe rempliſſent, s'arrondiſſent en tronc d'arbre, ſur lequel on ne voit plus la moindre trace de leur naiſſance, de leur forme primitive, ni de la poſition des uns à l'égard des

autres : il eſt de ces arbres qui ont ſix pieds de tour ſur une hauteur de trente à quarante.

Les articles ou branches qui naiſſent en bourgeons cylindriques dans les cactes opuntia portent dans ces derniers pendant un ou deux mois, des folioles coniques, courbes, d'une ou deux lignes de haut, diſpoſées en quinconce, ſur des lignes parallèles. A l'aiſſelle de ces folioles, également ſemés ſur les deux côtés de l'article comprimé, ſe trouve placé un faiſceau de ſoies innombrables, ſubſiſtantes, fragiles, plus ou moins ſaillantes. Autour de ce faiſceau l'on voit dans tous les cactes comprimés, ſelon qu'ils ſont plus ou moins cultivés, une, deux, trois & même douze épines de différentes couleurs, ſelon les différentes eſpèces de cactes, longues depuis ſix juſqu'à trente lignes, aigues & ſolides, très-dangereuſes par leur piqûre, & dipoſées en roſe ou en houpe; c'eſt de leur centre & de celui du faiſceau de ſoie que paroît ſortir indifféremment la fleur ou le bourgeon ſuivant qui ſert à continuer la tige. Les ſoies en faiſceau ne ſont que le ſommet des épines axillaires des fleurs ou des bourgeons futurs qui ſont déjà en abrégé ſous ces points quinquonciaux armés de deux, trois ou vingt épines de la sève précédente, & elles feront

feront à leur tour, lors de la sève suivante, l'office des épines qui existent déjà.

Les fleurs sortent du sommet d'un calice armé des mêmes soies & épines que les bourgeons ; elles sont blanches, rouges, jaunes, pourpres, cramoisies, selon les différentes espèces ; elles ont depuis deux lignes jusqu'à six pouces de grandeur. Les pétales sont quelquefois au nombre de dix, douze, dix-huit, arrondis, ovés, oblongs, laciniés, acuminés, quelquefois très-ouverts, d'autres fois connivens & fermés à travers lesquels passent le pistil & les étamines, qui les surpassent en longueur, ou sont quelquefois moindres. Les étamines y sont par centaine, les filamens filiformes, quelquefois accouplés, l'anthère est oblongue & jaune, d'une grosseur double du filament. Le stigmate est quelquefois en forme de clou dont la tête seroit fendue en trois, six ou plusieurs parties.

Toutes les parties de la fleur tombant, il ne reste que le calice qui contient le germe ; ce calice se métamorphose en une baie oblongue, ovale, souvent ronde comme une pomme, unie, loculaire, remplie d'une pulpe, qui, lors de sa maturité, est blanche, jaune, rouge, cramoisie, violette, couleur de pourpre, grise

ou verte, ſelon les différentes eſpèces de cactes. Cette pulpe renferme des ſemences réniformes, dont les plus groſſes ſont de la grandeur des lentilles; elles ſont couvertes d'une écorce noire, brune ou fauve, friable, cruſtacée & remplie d'une farine très-blanche.

Linnéus a compris & réuni ſous le genre des cactes les plantes que Tournefort nomme *milocactus opuntia*, celles que Juſſieu nomme *cereus* (cierge), celles que Dilénius nomme *tuna*, & celles que Plumier nomme *pereſchia*. Il a diviſé ce genre en autant de ſections qu'il y a de formes extérieures ſingulièrement différentes; il a conſervé à chacune de ces plantes, dans leur ſection, le nom ſpécifique des auteurs qu'on vient de nommer; il a donc diviſé ſon genre de cactes en hériſſons, melons-cactes, en cierges, cierges anguleux droits, cierges anguleux ronds ou rampans, & en opuntia comprimé à articles prolifères.

C'eſt dans cette dernière ſection que ſe trouvent les cactes ſur leſquels ſeuls on a trouvé juſqu'ici la cochenille ſilveſtre, & ſur leſquels on a pu élever la cochenille fine. Elle contient un grand nombre d'eſpèces très-différentes de toutes celles qui ſont décrites par les botaniſtes; mais l'auteur n'a eu ni le tems, ni la liberté

de les décrire, ni les moyens de les emporter du Mexique. On ne va donc indiquer que les eſpèces qui ſont les plus intéreſſantes à connoître dans leur rapport avec la cochenille.

Le tuna de Dillénius que les eſpagnols de Vera-Crux nomment *tunas* & que les colons de S. Domingue appellent *raquette des bords de mer*, s'élève rarement en arbre; ſes articles ſont ſolides, épais, rigides, d'un verd clair tirant ſur le vert d'eau; ſes épines ſont jaunes. L'on voit conſtamment à Vera-Crux la cochenille ſilveſtre ſur cette eſpèce d'opuntia.

Le péreſchia, qui eſt connu à S. Domingue ſous le nom de patte de tortue, exiſte au Môle S. Nicolas & dans la plaine du cul-de-ſac de S. Domingue; il eſt très-épineux, & à l'âge de trois ou quatre ans, élevé en arbre, ſes articles le ſont beaucoup moins; mais le tronc reſte armé d'épines redoutables; ces épines ſont blanches, plus longues & plus nombreuſes que celles du tuna. La cochenille ſilveſtre ſe trouve ſur cet opuntia, ſur lequel l'auteur la découvrit à S. Domingue, à ſon retour du Mexique. Elle le préfère au tuna; car à S. Domingue elle abandonne ce dernier.

L'auteur a apporté de Campêche une eſpèce d'opuntia qu'il ſoupçonne commune aux An-

tilles ; ce cacte a les articles peu armés, il y a une ou deux épines à chaque bourgeon ; les jeunes articles en ont rarement ; ils ſont oblongs & parfaitement liſſes, d'un verd ſombre & très-luiſant dans les adultes, & d'un verd clair dans les jeunes articles : il croît en arbre. La cochenille ſylveſtre s'élève avec ſuccès ſur cet opuntia, qui préſente même l'avantage de pouvoir nourrir la cochenille fine, quand on n'a pour objet que de la ſemer en entretien ; car elle s'y multiplie trop peu pour qu'on puiſſe s'en ſervir dans la vue d'une récolte.

L'opuntia que les colons appellent raquette eſpagnole, eſt une grande eſpèce à articles en forme ovée, dont les tiges s'élèvent en arbre ; ſes bourgeons ne ſont ordinairement armés avec leur ſoie que d'une, deux ou trois épines courtes. La cochenille ſylveſtre s'élève très-bien ſur cette eſpèce d'opuntia.

L'auteur donne le nom de nopal ſylveſtre à un opuntia qui eſt l'eſpèce dominante dans les champs du Mexique ; il s'élève en buiſſons de dix-huit à vingt pieds de haut, ſes articles ſont arrondis au ſommet, tous les bourgeons ſont armés de roſes, d'épines blanches, courtes, qui s'entrelacent les unes dans les autres & empêchent abſolument de porter les doigts ſur la

ſurface de l'article. Cette eſpèce ſert très-bien de nourriture à la cochenille ſylveſtre.

Les opuntia qui nourriſſent beaucoup mieux la cochenille que les précédens, ſont, le vrai nopal du jardin du Mexique & le nopal de Caſtille; la cochenille ſylveſtre y devient preſqu'auſſi groſſe que la cochenille fine, & elle y eſt moins cotonneuſe que ſur les autres eſpèces de cactes : le coton y eſt moins tenace, plus lâche & plus diffus.

Le nopal des jardins du Mexique dont l'auteur n'a vu ni les fleurs ni les fruits, a des racines d'un gris cendré tirant ſur le jaune, qui deviennent ligneuſes avec l'âge; il s'élève en arbre comme la plupart des autres opuntia, ſes articles ſont d'une forme oblongue ovale, ils ont une ſurface douce au toucher, d'un vert ſombre dans les adultes, & d'un vert clair & luiſant dans les jeunes; les bourgeons ſont armés d'une, deux ou trois épines inégales au tronc de la plante.

Le nopal de Caſtille eſt le plus beau des opuntia; on lui donne ce nom pour caractériſer ſa beauté par l'habitude qu'on a au Mexique d'attacher une idée de nobleſſe au nom de Caſtille : ſes articles ont quelquefois 30 pouces de longueur ſur 12 & 15 de largeur.

Il eſt prouvé par expérience, dit l'auteur, que la couleur rouge, violette, jaune ou blanche, des fruits des différens opuntia, ne ſert ni ne nuit à la couleur de la cochenille qui ſe nourrit ſur ces cactes, & n'eſt pas une cauſe ni un indice de leur aptitude plus ou moins grande à nourrir cet inſecte.

M. Thiery de Menonville range ainſi les opuntia ſelon la propriété qu'ils ont de nourrir la cochenille ſilveſtre ; il place au plus bas degré le tuna, enſuite le péreſchia, l'opuntia de Campêche, le nopal ſilveſtre, la raquette eſpagnole, enfin, le vrai nopal du jardin du Mexique, & au plus haut degré le nopal de Caſtille ; cependant ce n'eſt pas le ſeul point de vue ſous lequel il faille enviſager les opuntia ; ceux qui ſont très-épineux, s'oppoſent à la récolte de la cochenille & doivent être rejetés, quoiqu'ils ſoient propres à la nourrir ; on ne peut ſe ſervir pour cette raiſon du tuna, du pereſchia & du nopal ſilveſtre du Mexique ; de ſorte qu'il faut ſe borner à l'opuntia de Campêche, à la raquette eſpagnole, au vrai nopal & au nopal de Caſtille.

La cochenille fine ne peut vivre ſur tous ces opuntia, elle périt ſur le tuna, ſur le péreſchia, ſur la raquette eſpagnole ; mais elle ſe nourrit ſur

l'opuntia de Campêche, quoique plus épineux que la raquette espagnole, toutefois elle ne peut se cultiver que sur le nopal des jardins du Mexique & sur celui de Castille.

Lors donc qu'on veut entreprendre la culture de la cochenille, il faut commencer par établir une pépinière de nopals à laquelle on donne le nom de nopalerie.

M. Thiery de Menonville donne une instruction très-étendue & très-détaillée sur la nature du terrein qui convient à une nopalerie & sur tous les soins qu'elle peut exiger, soit pour son établissement, soit pour son entretien.

De la Cochenille silvestre & de la Mestèque.

Pline & les autres anciens avoient donné le nom de *coccus* à la couleur rouge que l'on obtient du kermès & à cet insecte lui-même qu'ils regardoient comme la graine de l'arbre sur lequel il se propage. Linnéus a retenu le nom de coccus pour désigner cette famille d'insectes hémiptères dont la tête n'est qu'un point à la surface de la poitrine, dont l'abdomen est terminé par de petites soies, & dont la femelle est destituée d'aîles, tandis que le mâle en a deux élevées. Vingt-deux espèces d'insectes se sont rangées sous ce genre; de leur nombre sont

le kermès, le coccus de Pologne & le coccus du cacte coccinellifère, qui eſt la cochenille.

Outre les vingt-deux eſpèces décrites par Linnéus, M. Thiery de Menonville décrit un coccus aptère qui ſe trouve ſur pluſieurs eſpèces d'arbres de S. Domingue, & que le père Labat, Plumier, Nicolſon & d'autres avoient pris pour la cochenille du Mexique.

Il paroît que les naturaliſtes n'ont connu juſqu'à préſent que la cochenille ſilveſtre, puiſqu'ils n'ont décrit que celle-là; mais avant de déterminer les différences de la cochenille meſtèque & de la ſilveſtre, il faut conſidérer la cochenille en général.

La cochenille eſt un coccus qui habite le cacte coccinellifère; la femelle a le corps applati du côté du ventre, elle eſt hémiſphérique par le dos, qui eſt rayé par des rides tranſverſales, leſquelles aboutiſſent au ventre par une double marge dont la ſupérieure eſt moins grande; toute la peau eſt d'un brun ſombre; ſa bouche n'eſt qu'un point qui ſort du milieu du thorax, elle a ſix petits pieds bruns, très-courts, & point d'aîles. Le mâle a le corps alongé, d'une couleur rouge foncée, couvert de deux aîles horiſontalement abaiſſées, & un peu croiſées ſur le dos; il a deux petites antennes, la

tête moindre d'un tiers que le corps, l'abdomen est terminé par deux soies postiques aussi divergentes que les antennes; il a également six pieds, mais plus grands que ceux de la femelle, il n'a pas un vol continu, mais il voltige en sautant très-rarément. La cochenille s'appelle au Mexique *grana*, du mot espagnol qui rappelle l'erreur des anciens, qui croyoient que cet insecte étoit un grain, la production d'un végétal.

L'on croit que la cochenille silvestre se trouve naturellement sur le nopal silvestre & le tuna au Mexique; on y cultive aussi dans les jardins sur les vrais nopals non épineux. Après avoir appris à la connoître dans son voyage, M. Thiery de Menonville la trouva sur le pereschia ou patte de tortue à S. Domingue.

Les petites cochenilles silvestres sont toutes contenues dans le sein de la mère sous la forme d'œufs enchaînés par l'ombilique les uns après les autres à un placenta commun. Quand l'accouchement arrive au terme fixé par la nature, ce chapelet défile grains par grains; la mère paroît alors vivipare, parce que les petits laissent sans doute au passage l'enveloppe dans laquelle ils étoient contenus sous la forme d'œufs, & ils sortent sous la forme d'animaux vivans par-

faitement organifés. Ils font alors de la grosfeur de la tête d'un camion; le mâle eft moins gros d'un tiers que la femelle, il paroît plus alongé, fes foies font très-courtes & moins nombreufes que chez la femelle, qui en a douze paires fur la double marge qui termine le dos au ventre; ils reftent fous le ventre de la mère & fur le dos pendant deux ou trois jours, quelquefois ils font fufpendus fous l'abdomen en forme d'une petite grappe de raifin, pendant huit jours, fur-tout lorfqu'il y a des orages ou des pluies; enfin, foit que le cordon qui retient le petit foit defféché, ou que preffé par la faim il ait acquis la force de rompre ce lien, il court fur la plante; c'eft la feule fois que les femelles marchent pendant tout le cours de leur vie. Arrivés fur les articles du nopal, dès le même jour ou le fuivant au plus tard, ces petits infectes fe fixent fur les revers de l'article que l'inftinct leur fait choifir; ils préfèrent à tous les autres les articles des deux féves précédentes, on les voit fur-tout choifir le côté de l'article qui regarde l'ouèft-fud-oueft, pour éviter les coups de vent de nord-eft & fur-tout la force de la brife d'eft, toujours également régulière & violente dans la vallée de Guaxaca.

Les jeunes cochenilles ſe fixent ſur les articles du nopal en y inſérant leur bec ſubulé dans l'écorce; ſi ce fil délié ſe rompt, la cochenille meurt ſans qu'il lui ſoit poſſible de ſe rattacher par les pieds, & d'inſérer de nouveau dans la plante cette ſorte de trompe pour ſucer le ſuc gommeux qui ſert à ſa nourriture. La femelle a ſur toute la ſurface du corps un coton fin & viſqueux dont elle ſe couvre & que ſes mouvemens étendent tout autour d'elle, excepté ſous le thorax. Quant au mâle, il abandonne ſon enveloppe au bout d'un mois, & il paroît ſous la forme d'une jolie petite mouche couleur de feu très foncé; il s'élance & voltige en ſautant à la hauteur de ſix pouces pour chercher ſa femelle, il la féconde & il meurt; la femelle accouche au bout d'un mois, & c'eſt le terme de ſa vie.

La cochenille ſilveſtre une fois poſée ſur le nopal, s'y perpétueroit ſans aucun autre ſoin & y multiplieroit juſqu'à fatiguer & épuiſer la plante dont les articles pourriroient & tomberoient les uns après les autres, ſi on n'avoit ſoin de la recueillir tous les deux mois.

Pour obvier à la dégénération de l'inſecte, qui auroit lieu ſi on le laiſſoit entaſſé ſur le nopal épuiſé, pour l'entretenir au contraire

d'une belle qualité & même la perfectionner, & pour éviter la ruine du plant, il faut toujours proportionner à la force de celui-ci la quantité de la cochenille qu'on y élève; il faut la récolter radicalement tous les deux mois & nettoyer la plante du coton que l'insecte y laisse en la frottant avec un linge mouillé qui l'enlève. Par ce moyen on ôte aussi les œufs & les chrisalides des insectes destructeurs qui peuvent s'être cachés dans le coton de la cochenille.

Il seroit impossible de récolter la cochenille silvestre avec bénéfice sur les opuntia épineux; le plus habile ouvrier n'en peut recueillir 2 onces desséchées par jour, à cause de la difficulté de la tirer d'entre les épines, & cependant le même ouvrier peut en rendre trois livres sèches par jour quand il la récolte sur le nopal de jardin. Il est même certain que la cochenille silvestre s'est perfectionnée sur le nopal par la multiplicité des récoltes & des semailles, & par la bonté de la plante sur laquelle elle perd beaucoup de la quantité & de la tenacité de son coton, & devient constamment plus grosse de moitié qu'on ne la voit sur les opuntia épineux, dans les bois & les campagnes. Il faut donc pour recueillir la plus belle coche-

nille ſilveſtre, la ſemer de deux mois en deux mois, autant que peut le permettre la conſtitution des ſaiſons, ſur le nopal de jardin, en abandonnant toute autre ſorte d'opuntia; mais en attendant qu'on ait une aſſez grande quantité de nopal, on peut la ſemer & l'élever ſur l'opuntia de Campêche & ſur la raquette eſpagnole.

On dit qu'on sème la cochenille, comme ſi c'étoit une graine, lorſqu'on répand les petits inſectes ſur la plante qui doit les nourrir.

La nopalerie eſt en état de nourrir la cochenille ſilveſtre dix-huit mois après qu'elle a été plantée. On y sème les cochenilles dans des nids faits du parenchime des feuilles de palmier; on met dans chaque nid de quatre à ſeize mères, lorſqu'elles ſont près de leur accouchement; & l'on proportionne au nombre des articles du nopal & le nombre des nids, & celui des mères que chacun contient : on fixe les nids à l'aiſſelle des branches, ayant ſoin qu'ils ſoient expoſés au ſoleil levant.

Deux mois après que la cochenille a été ſemée, & préciſément un mois après qu'elle a été fécondée, on voit ſortir quelques petites cochenilles du ſein de leur mère; c'eſt le moment qu'il faut choiſir pour la récolte. On paſſe la

lame d'un couteau dont le tranchant eſt émouſſé & arrondi, entre l'écorce du nopal & les groupes de cochenille dont il eſt couvert ; on les fait tomber dans un linge ou dans un vaſe deſtiné à les recevoir. Quand la récolte eſt faite, on plonge la cochenille entre deux linges dans de l'eau bouillante pendant deux ou trois minutes ; on les étend enſuite ſur des planches, ou, ce qui vaut mieux, dans des baſſins de métal : on les expoſe à l'ardeur du ſoleil, & pour mieux s'aſſurer de leur deſſication, on les y expoſe encore le lendemain. Cette méthode eſt préférable à celle du fer chaud & du four, qui ont l'inconvénient de donner une deſſication inégale & de calciner les parties qui y touchent immédiatement. M. Thiery de Menonville n'a pas vu dans ſon voyage pratiquer d'autre méthode que celle de l'eau bouillante pour les deux eſpèces de cochenille.

La cochenille fine ne ſe trouve point dans les campagnes & les forêts du Mexique, elle n'habite que les caſes & les jardins des indiens qui la récoltent.

Les petites femelles de cette eſpèce ont le dos rayé par des rides tranſverſales qui aboutiſſent au ventre par une double marge ſur laquelle on voit douze petites ſoies, qui diſpa-

roiſſent dans les adultes. Dix jours après leur naiſſance, les femelles mettent bas cette robe bordée & frangée de petites ſoies, & elles ſe couvrent d'une poudre blanche très-fine qui les préſerve de l'humidité; vingt ou vingt-cinq jours après leur naiſſance, elles ſe dépouillent de leur ſeconde robe, opération qui les fait périr quelquefois, alors elles paroiſſent d'un brun clair; mais le jour ſuivant elles ſont déjà couvertes de poudre; trois ou quatre jours après elles ſont en état d'être fécondées. Elles ont une groſſeur à peu près double de celle de la cochenille ſilveſtre.

Le mâle de la cochenille fine eſt parfaitement ſemblable au mâle de la cochenille ſilveſtre, ſi ce n'eſt que ſa groſſeur eſt double.

L'auteur diſcute la queſtion de ſavoir ſi la cochenille fine eſt une même eſpèce que la ſilveſtre perfectionnée par une meilleure nourriture & par les ſoins de la culture, ou ſi elles forment deux eſpèces eſſentiellement diſtinctes. La groſſeur qu'acquiert la cochenille ſilveſtre lorſqu'on la cultive, & la diminution qu'éprouve ſon duvet cotoneux, ainſi que la petiteſſe à laquelle eſt réduite la cochenille fine lorſqu'elle n'a pas la nourriture qui lui convient, paroiſſent donner beaucoup de poids à la première

opinion ; cependant l'auteur ne trouve pas que ces raiſons ſuffiſent pour la ſolution de ce problême intéreſſant qu'il renvoie à de nouvelles obſervations.

Il y a trois circonſtances eſſentielles à obſerver dans l'éducation de la cochenille fine.

1°. Il faut ſe ſervir pour ſemer des plus belles & des plus groſſes mères que l'on puiſſe avoir à chaque génération.

2°. Il ne faut la ſemer que ſur les bons nopals.

3°. Il faut la retirer pendant la ſaiſon des pluies, à couvert, & l'y multiplier juſqu'au retour de la ſéchereſſe pour la ſemer en plein air. On doit encore éviter que la cochenille ſilveſtre ne puiſſe ſe mêler à la fine, & pour cela il faut les éloigner de 100 perches l'une de l'autre, en donnant l'avantage du levant à la cochenille fine. La température qui lui convient le mieux eſt entre 12 & 20 degrés du thermomètre. L'on fait au Mexique trois récoltes pendant la belle ſaiſon.

M. Thiery de Menonville n'a pu ſe procurer des renſeignemens bien certains ſur la méthode qu'on emploie au Mexique pour conſerver la cochenille pendant l'hiver ; cependant il a de fortes raiſons pour croire qu'on la conſerve ſur des

des nopals qu'on couvre de nattes. Il conſeille une méthode qu'il a imaginee & dont il a fait l'épreuve. Il preſcrit de conſtruire un hangar couvert de chaſſis que l'on abat dans les mauvais tems, & qu'on relève quand le tems eſt beau, & de planter ſous cet hangar des nopals dont le tiers eſt employé ſucceſſivement à entretenir la cochenille pendant les ſix mois de mauvais tems.

Le prix de la cochenille fine ſurpaſſe d'un tiers celui de la cochenille ſilveſtre; de plus, de deux nopals de pareille grandeur, celui qui eſt chargé de cochenille fine donne une récolte d'un tiers plus forte en poids que celui qui eſt chargé de cochenille ſilveſtre.

L'auteur compare les frais de culture que la cochenille exige au Mexique avec le prix de main-d'œuvre ordinaire à S. Domingue, & il conclut de l'aiſance dans laquelle vivent quelques indiens, dont elle eſt le principal produit, que cette culture pourroit s'établir avec beaucoup d'avantage à S. Domingue, d'autant plus que les indiens du Mexique ont peu d'activité, & que des monopoles multipliés les privent d'une grande partie du produit de la vente de la cochenille en Europe.

Au premier coup-d'œil, la cochenille fine

paroît présenter de grands avantages au cultivateur sur la cochenille silvestre ; mais lorsque l'on considère que l'éducation de la dernière exige beaucoup moins de soin, que le duvet qui la recouvre la défend contre les pluies & les orages, qui font souvent de grands torts à la cochenille fine, & qu'elle peut être récoltée six fois dans l'année, pendant que la saison des pluies est nulle pour le produit de la cochenille fine ; qu'enfin il faut beaucoup moins d'avance pour l'établissement qu'elle exige, l'on trouvera que les avantages se compensent, & que même la culture de la cochenille silvestre pourra être préférable pour les pauvres colons, auxquels elle pourra présenter une ressource précieuse.

Depuis la mort de M. Thiery de Menonville, la cochenille fine qu'il élevoit au jardin du Port-au-Prince a péri ; mais M. Bruley, substitut du procureur général, a mis beaucoup de zèle pour ne pas laisser perdre tous les fruits de l'entreprise de M. Thiery de Menonville. Avec des débris de son plan, il a formé une nopalerie & y a élevé la cochenille silvestre. Il écrivoit à la fin de 1788, que sa nopalerie auroit déjà pu lui fournir une récolte de 100 livres de cochenille sèche, si une maladie ne l'eut empêché de profiter de la belle saison.

M. Bruley a communiqué de la *graine* de cochenille ſilveſtre au cercle des philadelphes, qui a commencé en 1785 à s'occuper de l'éducation de cette cochenille.

Comparaiſon de la Cochenille meſtèque, de la Cochenille ſilveſtre & de celle qui a été élevée à S. Domingue.

Si l'on fait digérer dans l'alcohol l'extrait que la décoction de cochenille donne par l'évaporation, les parties colorantes ſe diſſolvent & laiſſent un réſidu qui ne retient qu'une couleur de lie de vin que du nouvel alcohol ne peut lui ôter. Cette partie donne dans l'analyſe par le feu, les produits des ſubſtances animales.

L'alcohol de cochenille laiſſe par l'évaporation un réſidu tranſparent qui eſt d'un rouge foncé, & qui, lorſqu'il eſt ſec, a l'apparence d'une réſine. Il donne également par la diſtillation les produits des ſubſtances animales, ce qui confirme que cette partie colorante eſt une production animale.

Cependant la décoction de cochenille entre difficilement en putréfaction; j'en ai conſervé plus de deux mois à l'air libre & dans un flacon

bouché. La première ne présentoit après cet espace de tems aucun indice de putréfaction; la seconde avoit une légère odeur putride. La première s'étoit troublée dès les premiers jours; elle a laissé sur le filtre un dépôt violet-brun, qui étoit dû à la combinaison de l'oxigène avec les parties colorantes, conformément aux observations de M. de Fourcroy; la seconde avoit conservé long-tems sa transparence, & ne l'avoit probablement perdue que par l'effet du commencement de putréfaction qu'elle avoit éprouvée. La couleur de l'une & de l'autre avoit passé au cramoisi; mais celle de la première étoit plus foible, parce qu'une plus grande partie des molécules colorantes s'étoit précipitée.

Depuis la mort de M. Thiery de Menonville, la cochenille mestèque qu'il avoit apportée a péri, ainsi qu'on l'a annoncé; mais M. Bruley s'est occupé avec beaucoup de soin à élever de la cochenille silvestre, & dès 1787, il en avoit envoyé une quantité assez considérable au ministre de la marine, avec un mémoire sous le titre d'*Essais de la culture du nopal, l'éducation & préparation de la cochenille.* L'académie des sciences nous chargea, MM. Desmarest, Fougeroux, l'abbé Tessier &

moi, d'examiner cette cochenille & le mémoire qui l'accompagnoit.

Il résulta des essais de teinture que nous fîmes chez M. Monneri, propriétaire d'une manufacture d'écarlate aux Gobelins, que la cochenille envoyée par M. Bruley donnoit au drap la même couleur que la cochenille mestèque, pourvu qu'on en augmentât la quantité dans la proportion de 12 à 5.

M. Bruley a fait un second envoi de la cochenille qu'il a récoltée en 1788, & les mêmes commissaires ont été chargés de l'examiner. Ils ont obtenu, par une méthode différente, à peu près les mêmes résultats qu'avec la première cochenille.

Comme j'ai répété les essais qui avoient été faits en commun, en faisant entrer dans la comparaison la cochenille silvestre du commerce, je me contenterai de parler ici de mes dernières expériences.

La décoction de la cochenille silvestre a la même nuance que celle de la cochenille de S. Domingue; cette nuance tire plus sur le cramoisi que celle de la cochenille mestèque; mais les précipités qu'on en obtient, soit par la dissolution d'étain, soit par l'alun, sont d'une couleur parfaitement égale à ceux de la coche-

nille mestèque, & ce sont ces précipités qui colorent les substances qu'on teint en se combinant avec elles.

J'ai dit dans mon mémoire sur le blanchîment (*Ann. Chim. tome II*), que M. Watt s'étoit servi de la décoction de cochenille pour déterminer la force de l'acide muriatique oxigéné par la quantité de cette décoction qu'il pouvoit détruire ; j'ai fait l'inverse, & je me suis servi de l'acide muriatique oxigéné pour déterminer la proportion de parties colorantes que les décoctions de différentes cochenilles contenoient. J'ai donc fait bouillir pendant une heure un poids égal de chacune des trois cochenilles, en rendant toutes les circonstances autant égales qu'il m'a été possible; j'ai versé ces trois décoctions filtrées chacune dans un cilindre de verre gradué, & j'y ai mêlé du même acide muriatique oxigéné jusqu'à ce qu'elles aient toutes trois été amenées à la même nuance de jaune. Les quantités d'acide qui représentent les proportions de parties colorantes se sont trouvées à peu près dans le rapport des nombres suivans : 8 pour la cochenille de S. Domingue, 11 pour la cochenille silvestre du commerce, 18 pour la cochenille mestèque.

L'on voit donc que la cochenille de S. Do-

mingue eſt non-ſeulement fort inférieure à la cochenille meſtèque, mais même à la cochenille ſilveſtre du Mexique, & effectivement elle eſt beaucoup plus cotonneuſe & plus petite; mais ces déſavantages ne doivent point diminuer le zèle de ceux qui s'occupent de ſon éducation.

Les obſervations de M. Thiery de Menonville avoient déjà prouvé que la cochenille ſilveſtre perdoit de ſon coton & devenoit plus groſſe par une ſucceſſion de générations ſoignées, & dans les commencemens l'on a été obligé d'employer des nopals qui n'avoient pas atteint la groſſeur néceſſaire. Il y a donc tout lieu d'eſpérer que la cochenille de S. Domingue pourra parvenir, par des ſoins ſoutenus, au point de bonté de la cochenille ſilveſtre du Mexique, & peut-être le paſſer; mais dut-elle lui être toujours inférieure pour la quantité de parties colorantes, ce ne feroit point une raiſon ſuffiſante pour négliger de ſe procurer un ingrédient ſi précieux pour la teinture.

Relativement à la qualité de couleur, l'on a vu que la cochenille de S. Domingue ne le cédoit pas à la cochenille meſtèque; mais ſi le coton dont elle eſt recouverte pouvoit nuire dans les opérations en grand à la beauté de

l'écarlate dont l'éclat peut être ſi facilement altéré, on en trouveroit un emploi avantageux ſoit pour les demi-écarlates, ſoit pour les cramoiſis & les autres nuances qui ſont moins délicates que la plus vive des couleurs.

M. Bruley a cherché les moyens de ſéparer le coton de la cochenille de S. Domingue; mais il eſt reſté beaucoup de parties colorantes dans ſes réſidus, ce qui paroît principalement dû aux petites cochenilles qui ſont reſtées adhérentes au coton.

Les opinions que M. Bruley expoſe dans ſes mémoires ne s'accordent pas toujours avec celles de M. Thiery de Menonville, & il eſt naturel que des obſervations ſoutenues procurent des connoiſſances plus exactes ſur un objet qui eſt ſi nouveau pour nous, mais ſur lequel on doit eſpérer que les ſoins du cercle des philadelphes & de M. Bruley ne nous laiſſeront bientôt rien à deſirer.

Il eſt bien difficile de ſe faire une idée de l'utilité dont peut être la cochenille à S. Domingue, qui a tant de riches productions. M. Thiery de Menonville la regardoit comme une reſſource précieuſe pour les parties de l'île dont le ſol ingrat ſe refuſe aux autres cultures, & pour les pauvres colons qui ne peuvent

faire les avances néceſſaires aux autres productions : M. Bruley eſt encore plus favorable aux avantages qu'on doit eſpérer de la cochenille; mais le cercle des philadelphes eſt plus réſervé, & il ne croit pas qu'on puiſſe encore prononcer.

Les tentatives que l'on fait méritent d'autant plus d'être ſuivies & d'être protégées, qu'elles ont pour objet une branche importante de commerce, & que l'induſtrie éclairée a de grands avantages ſur l'indolence ignorante.

OBSERVATIONS SUR LE PLATINE;

Par M. LAVOISIER.

J'AI déjà entretenu l'académie du travail dont je me ſuis occupé ſur l'art de fondre le platine, de l'affiner, de le traiter, enfin de le rendre utile aux différens uſages de la ſociété.

Je me contenterai de rappeler ici en très-peu de mots ce que j'ai dit alors ſur les principes qui ſervent de fondement à cet art.

Le platine, comme l'on ſait, tel qu'on l'apporte en France, n'eſt point un métal pur, c'eſt un alliage de platine avec une autre ſubſtance

métallique qui paroît être du fer ; il y a donc deux objets à remplir pour traiter le platine, le premier de le fondre, le second d'en séparer le métal avec lequel il est allié.

On remplit très-bien ce double objet en dissolvant le platine dans l'eau régale, en le précipitant par le muriate d'ammoniaque ou sel ammoniac, & en opérant la réduction du précipité par le moyen d'un flux réductif composé de borax, de verre pilé & de charbon. Ce moyen a été indiqué par M. de Lisle.

Un second moyen très-pénible, mais qui a été cependant employé avec quelques succès par M. le baron de Sickengen, consiste à agglutiner par l'extrême violence du feu les grains dont le platine est composé, & à les souder ensuite ensemble en les forgeant à chaud à coups de marteau.

Un troisième moyen qui a été proposé par M. Baumé & qui réussit assez bien quand on peut disposer de grands fourneaux de verrerie ou de porcelaine, consiste à faciliter la fusion du platine par une légère addition de plomb ou de bismuth, & à le coupeller ensuite à un degré de feu très-élevé & très-long-tems continué.

Un quatrième moyen qui se rapproche du

précédent, consiste à faire fondre le platine par l'addition d'une substance métallique susceptible de s'évaporer, telle que l'arsenic, & à chasser ensuite ce métal par la violence du feu & sur-tout par sa longue continuité.

On parvient à abréger ces opérations par l'emploi bien ménagé du nitre; la calcination & la volatilisation du métal se fait alors avec plus de facilité.

M. l'abbé Rochon a employé avec beaucoup de succès ce procédé pour la fabrication des miroirs de télescope & pour la préparation de divers ustensiles exécutés par M. Daumy.

On peut encore obtenir le platine dans un état, sinon de pureté absolue, au moins qui en approche beaucoup, en le fondant avec partie égale d'un métal susceptible d'être dissous par l'acide nitrique. On fait réduire en poudre fine, dans un mortier, l'alliage qu'on obtient & qui est très-cassant; on verse dessus de l'acide nitrique en quantité suffisante, & on fait chauffer. L'acide dissout le métal allié, & le platine se précipite dans l'état d'une poudre noire susceptible d'être fondue à grand feu. J'observerai qu'il ne m'a jamais été possible d'obtenir par ce moyen du platine parfaitement malléable.

Enfin, j'ai fait voir que le platine, lorſqu'il eſt allié à un métal volatil ou calcinable, eſt ſuſceptible d'une eſpèce d'affinage analogue à celui que reçoit le fer dans les forges.

Mais ces différens procédés chimiques, qui n'ont encore été employés que ſur de petites quantités de platine, & dont pluſieurs même n'ont conduit qu'à des réſultats imparfaits, ne prouvent pas autant ſur la poſſibilité de traiter le platine en grand & de l'employer utilement dans les arts, que les deux pièces que je mets dans ce moment ſous les yeux de l'académie; elles ont été fabriquées par M. Janetty, avec du platine qu'il a traité lui-même par un procédé qui lui eſt particulier, en ſorte que le mérite de ce travail lui appartient en entier. C'eſt également lui qui avoit exécuté en platine, ſous la direction de M. Chabano, un ſuperbe néceſſaire deſtiné pour le roi d'Eſpagne.

Ces pièces, & principalement le vaſe qui eſt ſous les yeux de l'académie, prouvent qu'on peut fabriquer avec le platine des uſtenſiles de toute eſpèce; ce vaſe contient en effet des parties planées à froid, telles que le fond, & des parties ſoudées. Il n'eſt rien qu'on ne puiſſe exécuter avec la réunion de ces deux moyens.

Il ne dépend donc plus que du gouvernement espagnol, qui a dans sa possession les seules mines de platine que l'on connoisse, de nous faire jouir des avantages que ce métal inaltérable & préférable à l'or promet dans les différens usages des arts & de la société.

EAU ANTI-INCENDIAIRE.

RAPPORT.

Les inventeurs d'un liquide anti-incendiaire s'étant adressés à M. le duc de Villequier pour avoir la permission d'en faire l'épreuve en présence du roi, il a pensé qu'avant de donner une sorte de publicité à cette découverte, il convenoit d'en constater la réalité, & il a écrit dans cet esprit, le 22 mars, à M. le marquis de Condorcet.

L'académie, pour remplir les vues de M. le duc de Villequier, nous a nommés, MM. le duc de la Rochefoucault, Cadet, Lavoisier & de Fourcroy, pour faire les expériences relatives à cet objet & pour lui en rendre compte,

Nous nous sommes transportés en conséquence le 29 mars dans une maison située au village de Courbevoye, près Paris.

On y avoit préparé, conformément à notre demande,

1°. Deux futailles défoncées par un bout & enduites de goudron.

2°. Deux petits tas de bois ou bûchers composés de bûches refendues & de copeaux.

3°. Deux espèces de barraques en planches, non couvertes & ouvertes par les deux bouts, dont l'intérieur étoit enduit de goudron; on avoit en outre mis des copeaux au pied des cloisons & au tiers à peu près de leur hauteur; ces copeaux y étoient maintenus au moyen d'un fil de fer.

Nous avions demandé que tout fût ainsi préparé double, afin que nous pussions faire des expériences de comparaison avec la liqueur anti-incendiaire & avec l'eau simple.

On a commencé par mettre le feu à la première des deux cabanes au moyen des copeaux placés au pied des cloisons & répandus sur leur surface : elle a été bientôt complettement enflammée. Alors le sieur Didelot, qui s'étoit couvert le corps d'une espèce de redingotte & la tête d'une espèce de camail d'étoffe

trempée dans ſa liqueur anti-incendiaire, a traverſé entre les deux cloiſons enflammées, qui étoient à quatre pieds & demi ou cinq pieds de diſtance l'une de l'autre, ſans avoir paru incommodé de la chaleur; mais comme le feu n'étoit pas dans ce moment d'une très-grande activité, cette expérience ne nous a rien préſenté de fort extraordinaire.

Le ſieur Didelot de retour, s'eſt muni d'une ſeringue de grandeur ordinaire, dont le canon, qui étoit d'étain, au lieu de ſe terminer en pointe, formoit une eſpèce d'empâtement percé de petits trous comme la tête d'un arroſoir; cette ſeringue étoit remplie de ſon eau anti-incendiaire. Mais au moment où il a voulu s'en ſervir, le goudron dont les planches étoient enduites, étoit déjà conſommé, & le feu s'étoit éteint de lui-même, preſqu'à la fois dans toute l'étendue de ſa ſurface. Un coup de vent qui eſt ſurvenu a facilité cette extinction inſtantanée; en ſorte que le ſieur Didelot n'a pas été dans le cas de faire uſage de ſon eau anti-incendiaire. La flamme éteinte, les planches ſe ſont trouvées légèrement charbonnées à leur ſurface.

Le réſultat de cette expérience ayant été nul relativement à l'effet de l'eau anti-incendiaire,

on a mis le feu à la feconde cabane. Après être convenu que le fieur Didelot éteindroit un des côtés avec fon eau anti-incendiaire, & que les commiffaires effayeroient d'éteindre l'autre avec de l'eau fimple; foit que la couche de goudron fût plus épaiffe dans cette feconde cabane que dans la première, foit que les circonftances fe foient trouvées plus favorables à la combuftion, la flamme a été plus vive, & la chaleur étoit fi ardente, qu'il n'a pas été poffible d'approcher dans le premier inftant. Quand la chaleur a été un peu diminuée, le fieur Didelot a commencé à employer fa liqueur anti-incendiaire, & prefqu'au même moment où il a feringué, la flamme s'eft amortie, fans doute parce que c'étoit précifément l'inftant où le goudron étoit confommé. Les commiffaires s'en font procuré fur le champ la preuve; car ayant de même faifi le moment favorable pour feringuer de l'eau pure de l'autre côté de la baraque, la flamme s'eft amortie de la même manière, quoiqu'ils n'euffent pas employé plus d'eau que le fieur Didelot n'avoit employé de liqueur anti-incendiaire.

On a enfuite allumé les futailles enduites intérieurement de goudron, & quand on a jugé que le feu étoit parvenu à fon plus haut degré d'activité,

d'activité, le ſieur Didelot a ſeringué de ſa liqueur dans l'une des deux futailles, & avec environ la moitié de ce que contenoit la ſeringue, la flamme a été éteinte. Les commiſſaires ayant opéré de la même manière dans l'autre futaille avec de l'eau ſimple, ſeulement en quantité un peu plus grande, ils ont produit le même effet.

Enfin, pour procéder à la dernière expérience, on a mis le feu aux deux petits bûchers. Lorſqu'ils ont été complettement allumés & pénétrés de toutes parts par la flamme, le ſieur Didelot a fait agir ſa ſeringue remplie de liqueur anti-incendiaire, & le feu a été, ſinon éteint, au moins conſidérablement amorti; mais les commiſſaires ayant opéré de la même manière, avec une même quantité d'eau pure ſur l'autre bûcher, ils ont produit exactement le même effet, & le feu a été éteint au même degré.

Il réſulte de ces expériences, que le liquide anti-incendiaire du ſieur Didelot n'a aucune propriété particulière, qu'il n'eſt pas ſenſiblement plus propre que l'eau à éteindre le feu dans les incendies; & d'après cela nous ne nous ſommes occupés d'aucune recherche ſur ce qui pouvoit entrer dans ſa compoſition. Le ſieur

Didelot nous ayant cependant offert de nous dépoſer ſon ſecret cacheté, nous n'avons pas cru devoir nous y refuſer, & nous joignons ici le paquet ſcellé de ſon cachet. Nous avons trouvé un avantage à ne prendre aucune connoiſſance de ſon procédé, c'eſt celui de pouvoir ajouter ici quelques réflexions ſur les liqueurs anti-incendiaires, réflexions que nous n'aurions peut-être pas pu nous permettre, ſi nous euſſions été dépoſitaires de ſon ſecret.

Ce n'eſt pas d'aujourd'hui qu'on ſait qu'un grand nombre de ſubſtances ſalines non-ſeulement ſont éminemment incombuſtibles, mais qu'elles communiquent leur incombuſtibilité aux corps combuſtibles qui en ſont pénétrés; on peut conſulter à cet égard les mémoires de Stockolm, année 1740, ainſi qu'un mémoire de M. Fougeroux, publié parmi ceux de l'académie, année 1766, page 11. Ainſi, une bûche, une pièce de bois qui a ſéjourné dans une diſſolution ſaline & qui en eſt pénétrée, n'eſt plus ſuſceptible de brûler avec flamme; ſi on la met dans un braſier ardent, elle s'y réduit en charbon ſans aucun ſigne d'inflammation. Mais il faut pour obtenir un effet ſenſible, que ces ſels ſoient diſſous dans l'eau dans une proportion aſſez forte, & c'eſt par

cette raiſon qu'on ne peut employer à cet uſage que des ſels à vil prix, tels que l'alun, l'alkali fixe, &c. quelque bon marché même que ſoient ces ſels, on ne peut guère eſpérer qu'ils deviennent un moyen de ſecours public dans les incendies; il en faudroit des quantités énormes pour produire quelqu'effet, & l'embarras du tranſport, celui de l'emploi, la propriété qu'ils ont d'attaquer les cuirs des pompes & des tuyaux deſtinés à conduire l'eau, en rendroit l'uſage preſqu'impraticable dans un ſervice public. S'il y avoit lieu de faire uſage de ſubſtances anti-incendiaires, ce ſeroit plutôt comme préſervatif que comme moyen d'éteindre le feu. On ſe rappelle qu'il y a quelques années, M. Cadet de Vaux fit voir à l'académie que des toiles & des feuilles de papier enduites d'un encolage de terre d'alun, n'étoient plus inflammables. M. de Montgolfier a employé avec ſuccès le même moyen pour préſerver de l'incendie les ballons qu'il a fait conſtruire en toile. Il eſt ſurprenant qu'un moyen ſi ſimple, ſi peu diſpendieux, qu'il n'eſt plus permis d'ignorer d'après la publicité que M. Cadet de Vaux y a donnée, qu'on aſſure même avoir été adopté dans les ſalles de ſpectacles de Vienne, ne ſoit point encore employé dans les nôtres. Quoi qu'il en

ſoit, comme la liqueur préſentée par le ſieur Didelot n'a pas produit plus d'effet que l'eau pure dans les expériences que nous venons de rapporter, qu'elle n'a pas la propriété d'éteindre le feu au degré de pluſieurs autres diſſolutions ſalines connues, nous concluons que les moyens qu'il propoſe ne méritent aucune attention.

Fait à l'académie, le 5 avril 1786. *Signé* le duc DE LA ROCHEFOUCAULT, LAVOISIER, CADET & DE FOURCROY.



MÉMOIRE

Sur une Masse de Fer natif trouvé dans l'Amérique méridionale ;

Par DOM MICHEL RUBIN DE CELIS :

Communiqué à la Société Royale de Londres par M. *JOSEPH BANCKS.*

Extrait de la première partie des Transactions Philosophiques pour 1788, par M. ADET.

IL y a trente ans que les diverses nations sauvages qui habitent la province du grand Chaco gualamba en ont chassé les espagnols; depuis cette époque, les contrées situées au sud de la rivière de Vermejo & à l'ouest de la grande rivière de Parana, sont en grande partie abandonnées. L'occupation du petit nombre d'indiens qui vivent dans la jurisdiction de Santiago del Estero, est de recueillir le miel & la cire qu'on trouve en grande abondance dans les bois. Ces indiens découvrirent dans le milieu d'une plaine fort étendue une masse

considérable de métal, qu'ils dirent être du fer. Le vice-roi du Pérou fut instruit de cette découverte, qui parut d'autant plus singulière, qu'on ne rencontre point de montagne de ce côté, & que dans une étendue de cent lieues de circonférence à peine trouve-t-on une pierre. Quelques particuliers, sans craindre les dangers de toute espèce qu'ils avoient à courir, & conduits par l'envie de s'enrichir, se transportèrent sur le lieu de la découverte pour avoir quelques portions de la masse métallique que les indiens avoient indiquée. Ils en transportèrent une partie à Lima & à Madrid ; & le seul fruit qu'ils retirèrent de leurs travaux, fut de savoir que le métal dont ils s'étoient chargés étoit du fer très-pur & très doux. Comme on assuroit que la veine de fer avoit plusieurs lieues d'étendue, d'autant plus qu'il n'y avoit que la crête de la masse ferrugineuse qui s'élevoit au-dessus de la surface de la terre, & qu'elle se trouva avoir, lorsqu'on eut fouillé la terre, trois verges du nord au sud, deux verges & demie de l'est à l'ouest, & environ un tiers de verge d'épaisseur, le vice-roi del Rio de la Plata envoya dom Celis pour examiner avec soin cette masse métallique, & établir une colonie dans le voisinage, s'il jugeoit qu'on pût tirer quelqu'avan-

tage de ſon exploitation. Il partit bien accompagné de Rio Salado le 3 février 1783, & ſe dirigea dans ſa marche E. $\frac{1}{4}$ N. E. Mais après des obſervations plus exactes, il vit qu'il auroit dû marcher dans une direction E. $\frac{1}{4}$ S. E. tous deux corrigés.

Il parcourut un eſpace de ſoixante-dix lieues avant que d'arriver à la mine, & ne rencontra toujours que d'agréables perſpectives.

Ses obſervations lui donnèrent 27° 28′ S. pour la latitude de la mine.

On ne voit aucune habitation dans le voiſinage de la mine, à cauſe de la rareté de l'eau. Les indiens qui y vont chercher du miel dans un certain tems de l'année, ne boivent que de l'eau de pluie qui a ſéjourné dans des cavités naturelles.

Dom Celis arriva à un lieu nommé Otumpa le 15 février, où il trouva la maſſe de fer enfouie en grande partie dans de l'argile pure.

Sa ſurface extérieure étoit très-compacte; mais en enlevant quelques morceaux, il vit que ſon intérieur étoit plein de cavités, comme ſi la maſſe entière avoit été d'abord dans l'état liquide.

Dom Celis la fit couper avec des ciſeaux; mais après avoir ſéparé vingt-cinq ou trente

morceaux, ſoixante-dix ciſeaux qu'il avoit apportés étoient hors d'état de ſervir.

Il fit enlever la terre qui la couvroit, & il remarqua qu'au-deſſous du niveau de la terre, la maſſe ferrugineuſe étoit recouverte d'une couche d'oxide qui pouvoit avoir environ ſix pouces d'épaiſſeur. Notre auteur croit que cet oxide doit ſa naiſſance à l'humidité de la terre, d'autant plus que la ſurface extérieure de la maſſe ferrugineuſe n'étoit point couverte d'oxide.

Dom Celis ayant fait ſauter avec de la poudre à canon la maſſe en deux endroits différens, examina la partie la plus profonde de la terre, & la trouva de même nature que celle qui étoit la plus ſuperficielle, & que celle qu'on retira de deux trous qu'il fit creuſer à cent pas de la maſſe métallique dans les directions E. & O.

Dom Celis ayant examiné quelle pouvoit être l'origine de cette maſſe métallique, vit qu'elle ne pouvoit avoir été produite dans l'endroit où on l'a rencontrée par aucune opération de la nature, & qu'elle n'avoit pu y être apportée par les hommes; il préſuma en conſéquence qu'elle y avoit été lancée par une exploſion volcanique.

Il fut porté à adopter cette opinion par diverſes circonſtances que nous ne rapporterons pas ici.

Il exiſte encore une autre maſſe ferrugineuſe dans les immenſes forêts de ce pays ; elle eſt figurée comme un arbre, & on en a enlevé des portions à coups de ciſeaux. Dom Celis préſume que cette maſſe de fer doit auſſi ſon origine à une exploſion volcanique.

La maſſe de fer dont il a été queſtion dans ce mémoire, peut peſer 300 quintaux, d'après ſa meſure cubique, & en lui donnant une peſanteur ſpécifique un peu plus grande que celle du fer.



MÉMOIRE

Sur les différens états des Cadavres trouvés dans les fouilles du cimetière des Innocens en 1786 & 1787;

Lu à l'Académie Royale des Sciences les 20 & 28 mai 1789 (*a*);

Par M. DE FOURCROY.

LA physique a partagé les soins de l'administration dans les travaux faits au cimetière des Innocens. Elle étoit spécialement chargée du

(*a*) Ce mémoire n'est qu'une esquisse légère d'une foule de phénomènes importans sur la décomposition des corps qui ont été observés dans les fouilles de l'ancien cimetière des Innocens, devenu aujourd'hui une des plus belles places & un des plus beaux marchés de la capitale. Ces phénomènes n'y sont indiqués que d'une manière générale. M. Thouret, médecin, qui a suivi ces fouilles avec un zèle & une ardeur infatigable pendant deux ans, a recueilli un grand nombre de faits qu'il doit publier dans un ouvrage parti-

ſoin de veiller à la ſanté des travailleurs. Occupée à remplir cet objet, ſon département s'eſt tout à coup aggrandi par les faits nouveaux qui ſe ſont préſentés à ſon obſervation. Ces faits étoient de nature à étonner l'obſervateur & à enrichir la phyſique animale; ils ont donc dû être obſervés & ſuivis avec le zèle & l'activité qu'inſpirent les découvertes. On ne pouvoit pas s'attendre, d'après le ſilence des phyſiciens qui nous avoient précédés dans quelques points de ces recherches, aux réſultats ſinguliers que nous a offerts la décompoſition ſpontanée des matières animales enfouies en maſſes dans la terre. On ne pouvoit pas prévoir ce que contiendroit un ſol

---

culier. C'eſt dans cet ouvrage qu'on pourra puiſer tous les détails & qu'on trouvera une deſcription très-exacte de toutes les choſes remarquables obſervées dans le ſol de ce cimetiere. M. de Fourcroy n'a deſtiné ce mémoire qu'à ſervir d'introduction à l'analyſe chimique des diverſes ſubſtances animales altérées, trouvées dans ces fouilles; il rappellera ſeulement ici que c'eſt à lui qu'eſt due la découverte de la ſubſtance ſavonneuſe ammoniacale, dans laquelle un grand nombre de corps étoient convertis dans ce cimetière, ainſi que de la matière ſébacco-cireuſe & très-analogue au blanc de baleine, ſi abondamment contenue dans les corps abandonnés en maſſe à la deſtruction ſpontanée.

ſurchargé depuis pluſieurs ſiecles de corps livrés à la putréfaction, quoiqu'on preſſentît qu'un pareil ſol devoit différer de celui des cimetières ordinaires où chaque corps a pour ainſi dire ſon terrein particulier, où la nature peut en ſéparer & en ſépare en effet les élémens avec aſſez de facilité & de promptitude. Les calculs & les apperçus des phyſiciens ſur les limites de l'entière deſtruction des corps, qui d'après quelques obſervations ne s'étendoient qu'à ſix ans au plus, n'étoient pas à la vérité applicables au ſol d'un cimetière d'une grande ville, où pluſieurs générations ſucceſſives de ſes habitans avoient été enfouies depuis plus de trois ſiècles; mais rien n'indiquoit que la décompoſition entière des cadavres pût ſe prolonger au-delà de quarante années; rien ne faiſoit ſoupçonner quelle ſingulière différence la nature préſenteroit dans la deſtruction des corps enfouis en grande quantité dans des cavités ſouterraines, & dans celle des corps iſolés au milieu de la terre; enfin, il étoit impoſſible de ſavoir ou plutôt de deviner ce que pouvoit être une couche de terre de pluſieurs toiſes de profondeur, ſans ceſſe expoſée aux émanations putrides, ſaturée, pour ainſi dire, d'effluves animaux, & quelle influence une pareille terre

devoit avoir ſur les nouveaux corps qu'on y plaçoit ; tel étoit le but de nos recherches, & telle fut en effet la ſource des découvertes qui donnèrent lieu à nos travaux.

Les reſtes des corps plongés dans cette terre ont été trouvés dans trois états différens, ſuivant l'époque à laquelle ils y avoient été renfermés, le lieu qu'ils y occupoient, & leur diſpoſition relative les uns aux autres ; les plus anciens n'offroient que des portions d'oſſemens placés irrégulièrement dans le ſol où ils avoient été pluſieurs fois remués par les fouilles ſouvent néceſſaires dans un cimetière auſſi vaſte ; il étoit difficile de connoître exactement l'époque de leur enfouiſſement, & nous n'avions d'autres recherches à faire ſur ces os, que celles qui devoient conſtater leurs différences d'avec des os humains qui n'avoient point ſéjourné dans la terre. On verra dans les détails de nos recherches chimiques quelles étoient ces différences.

C'eſt particulièrement ſur l'état des parties molles ſituées entre la peau & les os, en y comprenant les tégumens, que nous avons eu occaſion d'obſerver deux différences générales qui ont fixé notre attention ; dans quelques corps qu'on trouvoit toujours iſolés, la peau,

les muſcles, les tendons & les aponévroſes étoient deſſéchés, caſſans, durs, d'une couleur plus ou moins griſe & ſemblable à ce qu'on a appelé des momies dans quelques caveaux où l'on a obſervé ce changement; comme les catacombes de Rome & le caveau des cordeliers de Toulouſe.

Le troiſième & le plus ſingulier état de ces parties molles a été obſervé dans les corps qui rempliſſoient les foſſes communes. On appeloit ainſi des cavités de 30 pieds de profondeur & de 20 de largeur dans leurs deux diamètres, que l'on creuſoit dans le cimetière des Innocens, dans leſquelles on plaçoit par rangs très-ſerrés les corps des pauvres renfermés dans leurs bières. La néceſſité d'en entaſſer un grand nombre, obligeoit les hommes chargés de cet emploi de placer les bières ſi près les unes des autres, qu'on peut ſe figurer ces foſſes remplies comme un maſſif de cadavres ſéparés ſeulement par deux planches d'environ ſix lignes d'épaiſſeur: ces foſſes contenoient chacune mille à 15 cens cadavres. Lorſqu'elles étoient pleines, on chargeoit la dernière couche des corps d'environ un pied de terre, & on creuſoit une nouvelle foſſe à quelque diſtance. Chaque foſſe reſtoit environ trois ans ouverte, & il falloit

ce tems pour la remplir. Le nombre plus ou moins grand des morts comparé à l'étendue du cimetière rendoit néceſſaire le creuſement de ces foſſes à des époques plus ou moins rapprochées; c'étoit au plutôt après 15 ans, & au plus tard après 30, qu'une foſſe étoit faite dans le même lieu. L'expérience avoit appris aux foſſoyeurs que ce tems ne ſuffiſoit pas pour la deſtruction entière des corps; elle leur avoit en même tems fait connoître l'altération dont nous voulons parler. La première fouille que nous fîmes faire dans une foſſe fermée & remplie depuis 15 ans, nous montra ce changement des cadavres, connu depuis long-tems des foſſoyeurs; nous trouvâmes les bières conſervées & un peu affaiſſées les unes ſur les autres; le bois en étoit ſain & ſeulement teint en jaune. En enlevant la couverture de pluſieurs bières, nous vîmes les cadavres placés ſur la planche du fond, laiſſant une diſtance aſſez grande entre leur ſurface & la planche de deſſus, & tellement applatis, qu'ils ſembloient avoir été ſoumis à une forte compreſſion; le linge qui les recouvroit étoit comme adhérent aux corps qui avec la forme des différentes régions, n'offroient plus en ſoulevant le linge que des maſſes irrégulières d'une matière molle,

ductile, d'un gris blanc ; ces maſſes environnoient les os de toutes parts ; elles n'avoient point de ſolidité & ſe caſſoient par une preſſion un peu bruſque. L'aſpect de cette matière, ſon tiſſu, ſa molleſſe, nous la fit d'abord comparer au fromage blanc ordinaire ; la juſteſſe de cette comparaiſon nous frappa, ſur-tout par les empreintes ou aréoles que les fils tiſſus du linge avoient formées à ſa ſurface. En touchant à cette ſubſtance blanche, elle cédoit ſous le doigt & ſe ramolliſſoit en la frottant quelque tems.

Ces cadavres ainſi changés, ne répandoient point une odeur très-infecte ; quand même l'exemple des foſſoyeurs qui connoiſſoient depuis long-tems cette matière (à laquelle ils donnoient le nom de *gras*, aſſez bien mérité par ſon aſpect, & qui n'éprouvoient aucune répugnance à la toucher) ne nous auroit pas raſſurés, la nouveauté & la ſingularité de ce ſpectacle éloignoit de nous toute idée de dégoût & de crainte ; nous mîmes donc tout le tems néceſſaire pour connoître avec exactitude tous les détails relatifs à cette converſion des corps. Les réponſes que les foſſoyeurs firent à nos queſtions, nous apprirent que preſque jamais ils ne trouvoient cette matière qu'ils appeloient *gras* dans des corps iſolés ou enterrés ſeuls ;

ſeuls ; que ce n'étoit que les cadavres accumulés dans les foſſes communes qui étoient ſujets à ce changement. Nous obſervâmes avec le plus grand ſoin beaucoup de corps paſſés à cet état ; nous reconnûmes d'abord que tous n'étoient point également avancés dans cette eſpèce de converſion ; pluſieurs nous offrirent encore au milieu des maſſes blanches & graſſes, des portions de muſcles reconnoiſſables à leur tiſſu fibreux & à leur couleur plus ou moins rouge. En examinant avec attention les cadavres entièrement convertis en matière graſſe, nous vîmes que les maſſes qui recouvroient les os étoient par-tout de la même nature, c'eſt-à-dire, offrant indiſtinctement dans toutes les régions une ſubſtance griſe, le plus ſouvent molle & ductile, quelquefois sèche, toujours facile à ſéparer en fragmens poreux, percés de cavités & n'offrant plus aucune trace des membranes, des muſcles, des tendons, des vaiſſeaux, des nerfs ; on eût dit au premier aſpect que ces maſſes blanches n'étoient que du tiſſu cellulaire dont elles repréſentoient très-bien les aréoles & les véſicules ; auſſi pluſieurs de nous pensèrent-ils que le tiſſu muqueux étoit véritablement la baſe & le ſiége de cette matière ſingulière. On verra par la ſuite de nos

recherches ce qu'il faut penſer de cette opinion.

En ſuivant cette matière blanche dans les différentes régions du corps, nous fûmes convaincus que le tiſſu de la peau éprouvoit partout cette altération remarquable ; nous reconnûmes enſuite que les parties ligamenteuſes & tendineuſes qui attachent & retiennent les os n'exiſtoient plus, ou qu'au moins ayant perdu leur tiſſu & leur ténacité, elles laiſſoient les articulations ſans attaches, ſans ſoutien, & les os livrés à leur propre peſanteur ; de ſorte qu'il n'exiſtoit plus entr'eux qu'une juxtapoſition ſans réunion & ſans adhérence ; auſſi le moindre effort ſuffiſoit-il pour les ſéparer, comme le ſavoient les foſſoyeurs, qui, pour tranſporter ces corps & les enlever des foſſes que nous voulions faire vider, les plioient & les rouloient ſur eux-mêmes de la tête aux pieds, en écartant ainſi les extrêmités des os autrefois articulées.

Une autre obſervation auſſi importante que les premières & que nous avons faite conſtamment ſur tous les corps changés en *gras*, c'eſt que la cavité abdominale n'exiſte plus. Les tégumens & les muſcles de cette région, changés en matière *graſſe* comme les autres parties

molles de ces corps, ſont affaiſſés & appuyés ſur la colonne vertébrale, de ſorte que le ventre eſt applati & qu'il ne reſte plus de place pour les viſcères; auſſi ne trouve-t-on preſque jamais de trace de ceux-ci dans le lieu preſque effacé qu'occupoit autrefois la cavité abdominale. Cette obſervation nous étonna longtems; en vain cherchions-nous dans le plus grand nombre des corps & le lieu & la ſubſtance de l'eſtomac, des inteſtins, de la veſſie & même du foie, de la rate, des reins & de la matrice chez les femmes; tous ces viſcères étoient fondus, & ſouvent il n'en reſtoit abſolument aucune trace. Quelquefois ſeulement nous avons trouvé des maſſes irrégulières de la même nature que la matière graſſe, de différens volumes, depuis celui d'une noix juſqu'à deux ou trois pouces de diamètre, dans les régions du foie ou de la rate.

La poitrine nous a offert des faits auſſi ſinguliers & auſſi intéreſſans. L'extérieur de cette cavité étoit applati & comprimé comme le reſte des organes; les côtes luxées ſpontanément dans leurs articulations avec les vertèbres, étoient affaiſſées & couchées ſur la colonne dorſale; leur partie arquée ne laiſſoit entr'elles & les vertèbres qu'un petit eſpace de chaque côté,

bien différent des cavités thorachiques par l'étendue & par la forme ; on n'y retrouvoit point distinctement la plèvre, les médiastins, les gros vaisseaux, la trachée-artère, ni même les poumons & le cœur ; ces viscères étoient souvent entièrement fondus, & la plus grande partie avoit presque disparu, on ne voyoit à leur place que quelques grumeaux de matière blanche. Dans ce cas, cette matière qui est le produit de la décomposition de viscères chargés de sang & de diverses espèces d'humeurs, diffère de celle de la surface du corps & des os longs en ce qu'elle a toujours une couleur plus ou moins rouge ou brune. Quelquefois nous avons trouvé dans la poitrine une masse irrégulièrement arrondie, de même nature que les précédentes, & qui nous a paru appartenir à la graisse & au tissu fibreux du cœur ; nous avons pensé que cette masse qui n'existoit pas constamment dans tous les sujets, ne se rencontroit dans quelques-uns qu'en raison de la surabondance de graisse dont ce viscère étoit chargé ; car nous verrons par la suite que, toutes choses d'ailleurs égales, les parties grasses éprouvent plus manifestement cette conversion que les autres, & donnent une plus grande quantité de cette matière.

La région extérieure de la poitrine nous a préſenté ſouvent dans les cadavres des femmes la maſſe glanduleuſe & adipeuſe des mamelles convertie en matière graſſe très-blanche & très-homogène.

La tête étoit, comme nous l'avons déjà dit, environnée de matière graſſe, la face n'étoit plus reconnoiſſable dans le plus grand nombre des ſujets; la bouche déſorganiſée n'offroit plus de langue ni de palais; les mâchoires, luxées & plus ou moins écartées, étoient environnées de plaques irrégulières de *gras*. Quelques grumeaux de la même matière tenoient ordinairement la place des parties ſituées dans la bouche; les cartilages du nez participoient à l'altération générale de la peau; les orbites n'avoient plus, au lieu d'yeux, que quelques maſſes blanches; les oreilles étoient également déſorganiſées; le cuir chevelu, changé comme les autres organes, conſervoit encore les cheveux; & nous ferons remarquer en paſſant que ces parties ſont celles qui paroiſſent ſubſiſter le plus long-tems, & qui réſiſtent davantage à toute altération. Le crâne renfermoit conſtamment le cerveau rapetiſſé, noirâtre à ſa ſurface, & changé abſolument comme les autres organes. Dans un grand nombre de ſujets que

nous avons examinés ſoigneuſement, nous n'avons jamais vu manquer ce viſcère, & nous l'avons toujours trouvé dans l'état indiqué, ce qui démontre que la ſubſtance du cerveau a beaucoup de diſpoſition pour ſe changer en matière *graſſe*.

Après avoir décrit l'état des corps trouvés dans le cimetière des *Innocens*, nous devons encore faire connoître les diverſes modifications que cette ſubſtance nous a préſentées. Sa conſiſtance n'étoit pas toujours abſolument la même; dans les corps les plus nouvellement changés, c'eſt-à-dire, depuis trois juſqu'à cinq ans, cette matière eſt molle & très-ductile; elle contient une grande quantité d'eau & eſt très-légère; dans d'autres ſujets convertis en *gras* depuis long-tems, tels que ceux qui occupoient les foſſes remplies depuis trente à quarante ans, cette matière y eſt plus sèche & plus caſſante, en plaques plus denſes; nous en avons même obſervé pluſieurs placés dans des terreins ſecs, dont quelques portions de la matière *graſſe* étoient devenues demi-tranſparentes; l'aſpect, le tiſſu grenu & la qualité caſſante de cette matière ainſi deſſéchée, imitoient aſſez bien la cire.

L'époque de la formation de cette ſubſtance

influoit aussi sur sa nature ; en général toute celle qui paroissoit formée depuis long-tems, étoit blanche, égale dans tous ses points, & ne contenoit aucune matière étrangère, aucun reste de tissu fibreux ; telle étoit sur-tout celle qui appartenoit à la peau des extrêmités. Au contraire dans les corps dont la conversion en *gras* n'étoit que récente, la matière grasse n'étoit pas aussi homogène ni aussi pure que la première ; on y trouvoit encore des portions de muscles, de tendons, de ligamens dont le tissu, quoique déjà altéré & changé dans sa couleur, étoit encore reconnoissable ; suivant que la conversion étoit plus ou moins avancée, ces restes de tissu étoient plus ou moins pénétrés de matière grasse, comme enchassée entre les interstices des fibres. Cette observation, sur laquelle il est important d'insister, annonce que ce n'est pas seulement la graisse qui se change en *matière grasse*, comme il étoit assez naturel de le penser à la première inspection. D'autres faits que nous avons déjà décrits & que nous devons rappeler ici, confirment cette assertion. Le tissu de la peau, que les anatomistes n'ont jamais regardée comme de la graisse, se convertit facilement en *gras* très-pur ; la matière du cerveau éprouve la même altération, donne

du *gras* très-pur, & n'eſt pas pour les anatomiſtes une ſubſtance analogue à la graiſſe. Il eſt vrai que, toutes choſes égales d'ailleurs, les parties graſſes & les cadavres chargés de graiſſe paroiſſent paſſer plus facilement & plus promptement à l'état qui nous occupe. C'eſt ainſi que nous avons trouvé la moëlle convertie entièrement en *gras* très-pur dans l'intérieur des os longs; nous avons même vu cette ſubſtance graſſe paſſer de l'intérieur des os entre les lames oſſeuſes & occuper toutes les cavités que ces lames laiſſoient entr'elles; mais s'il eſt démontré que la graiſſe ſe change facilement en *gras*, & contribue ſenſiblement à ſa quantité dans les ſujets qui en offrent une grande abondance, les faits déjà énoncés prouvent que d'autres parties que le tiſſu cellulaire & la graiſſe qu'il renferme peuvent éprouver cette converſion. Nous ajouterons ici deux obſervations propres à fixer encore plus les idées ſur ce point. La première, c'eſt que dans le grand nombre de corps renfermés dans une des foſſes communes que nous avons décrites, il eſt à préſumer que la plupart avoient été émaciés par les maladies qui les avoient conduits au tombeau; & dans ces foſſes, tous les corps étoient abſolument tournés au *gras*; dans ce

cas, on ne peut pas dire que c'eſt la graiſſe qui a éprouvé cette altération. La ſeconde obſervation eſt appuyée ſur un phénomène ſingulier que nous avons eu occaſion d'obſerver, feu M. Poulletier de la Salle & moi.

M. Poulletier avoit ſuſpendu dans ſon laboratoire un morceau de foie humain pour obſerver ce qu'il deviendroit par le contact de l'air. Il s'eſt en partie pourri ſans exhaler cependant une odeur très-infecte; des larves de dermeſtes & de bruches l'ont attaqué & percé en pluſieurs ſens; enfin, il s'eſt deſſéché, & après plus de dix ans qu'il reſta ainſi ſuſpendu, il étoit devenu blanc, friable & aſſez ſemblable par l'aſpect à un agaric deſſéché; on eût dit que ce n'étoit plus qu'une matière terreuſe, il ne répandoit pas d'odeur ſenſible. M. Poulletier deſiroit de ſavoir en quel état étoit cette matière animale; nous reconnûmes bientôt, par les expériences auxquelles nous la ſoumîmes, que cette matière n'étoit rien moins qu'une terre; elle ſe fondit à la chaleur & exhala en ſe réduiſant en vapeur une odeur graſſe très-fétide; l'eſprit-de-vin en ſépara une huile concreſcible qui nous parut avoir toutes les propriétés du *blanc-de-baleine*; la potaſſe, la ſoude & l'ammoniaque la mirent à l'état ſa-

vonneux ; en un mot, elle nous préſenta toutes les propriétés du *gras* du cimetière des Innocens expoſé pluſieurs mois à l'air. Voilà donc un organe glanduleux qui a éprouvé au milieu de l'atmoſphère un changement ſemblable à celui des corps du cimetière. Nous verrons par la ſuite comment cette obſervation remarquable de M. Poulletier peut éclairer ſur la formation du gras ; il nous ſuffit de l'avoir cité ici pour faire voir qu'une ſubſtance animale qui n'eſt rien moins que de la graiſſe, ſe convertit toute entière en matière graſſe.

Parmi les modifications que l'état des corps changés en gras nous a préſentées, nous avons déjà diſtingué celui qui étoit ſec, friable, caſſant d'avec celui qui étoit mou, ductile. Nous devons ajouter à cette diſtinction, que le premier qui ſe trouvoit plus ſouvent dans les corps placés à la ſurface du terrein, ne différoit pas ſeulement du ſecond par l'eau qu'il avoit perdue, comme nous le ſoupçonnions d'abord, mais qu'il avoit éprouvé de plus une nouvelle altération, & qu'un de ces principes s'étoit volatiliſé de manière qu'il n'étoit plus tout-à-fait de la même nature que l'autre. Nous décrirons dans un autre mémoire l'état particulier de ce *gras* ainſi deſſéché, & nous y ferons connoître

la cauſe des changemens qu'il éprouve par le deſſéchement.

La matière graſſe nous a préſenté dans quelques ſujets des ſurfaces brillantes de la couleur de l'or & de l'argent, on eût dit qu'une couche légère de mica étoit étendue ſur ces ſurfaces; dans quelques-uns même cette propriété chatoyante avoit aſſez d'éclat pour mériter d'être conſervée par le deſſin & l'impreſſion. On voyoit auſſi dans pluſieurs points de la matière graſſe des couleurs rouges, orangées & incarnates fort brillantes; ces couleurs ſe ſont ſur-tout rencontrées aux environs des os qui en étoient eux-mêmes pénétrés.

Nous avons appris des foſſoyeurs, qu'il faut à peu près trois ans de ſéjour dans la terre pour que les corps ſoient convertis en gras. Nous avons cherché à connoître par nos queſtions les changemens ſucceſſifs qui arrivent aux corps avant qu'ils ſoient parvenus à cet état. Voici tout ce que nous avons pu recueillir ſur cet objet.

Les corps enterrés ne changent ſenſiblement de couleur qu'au bout de ſept à huit jours; c'eſt dans le bas-ventre que ſe paſſe la première ſcène de cette altération: l'obſervation anatomique avoit déjà appris que les parois de

cette cavité sont les parties des cadavres qui éprouvent les premiers changemens & qui sont le premier foyer de la putréfaction. Le même phénomène a lieu dans la terre. Le ventre se boursouffle & paroît être distendu par des fluides élastiques qui se dégagent dans son intérieur; ce boursoufflement a lieu plus ou moins promptement, suivant que l'abdomen est plus ou moins gros & rempli de fluides, suivant la profondeur où les corps sont enfouis, & surtout suivant la température plus ou moins chaude de l'air. Ainsi, en réunissant toutes les circonstances favorables à ce premier degré de la décomposition putride, un corps très-gras dont le ventre est infiltré, enterré à peu de profondeur dans une saison chaude, offre ce boursoufflement du bas-ventre au bout de trois ou quatre jours, tandis qu'un corps maigre desséché, profondément enfoui dans une saison froide, peut rester plusieurs semaines sans présenter d'altération sensible. Les fossoyeurs ont cru remarquer qu'un tems d'orage avoit une grande influence sur ce boursoufflement du ventre; ils assurent que cet état de l'atmosphère favorise singulièrement cette dilatation. Suivant leur témoignage & leurs expressions, le ventre *bout* à l'approche des orages;

cette diſtenſion du ventre va, ſuivant eux, en augmentant juſqu'à ce que les parois trop tendues & ayant d'ailleurs leur tiſſu relâché & ramolli par la putréfaction qui les attaque, cèdent à l'effort de cette raréfaction intérieure & ſe briſent avec une ſorte d'exploſion. Il paroît que c'eſt aux environs de l'anneau & quelquefois autour du nombril que ſe fait cette eſpèce d'éruption; il s'écoule alors par ces ouvertures un fluide ſanieux, brunâtre, d'une odeur très-fétide, il ſe dégage en même-tems un fluide élaſtique très-méphitique & dont les foſſoyeurs redoutent les dangereux effets. Une expérience multipliée & que la tradition a depuis long-tems confirmée parmi eux, leur a appris que ce n'eſt qu'à cette époque que les miaſmes qui ſe dégagent des corps en décompoſition les expoſent à un véritable danger. Il eſt arrivé pluſieurs fois dans des fouilles de cimetière que la pioche ayant ouvert ainſi le bas-ventre, le fluide élaſtique qui s'en eſt élevé a frappé ſubitement d'aſphixie les ouvriers employés à ce travail; telle eſt la cauſe des malheurs arrivés dans les cimetières.

On conçoit que la même rupture du bas-ventre & le dégagement du gaz très-méphitique ayant lieu dans les caveaux comme dans la

terre, ce fluide élaſtique comprimé dans ces ſouterrains peut expoſer à des accidens terribles les perſonnes qui y deſcendent imprudemment; on conçoit d'après cela la cauſe de la mort des Balſagettes dans le caveau de Saulieu.

Nous aurions fort deſiré connoître par des expériences la nature de ce gaz meurtrier; mais l'occaſion ne pouvoit pas ſe préſenter à nous, puiſque l'on n'enterroit plus depuis trois ans dans le cimetière des Innocens, & puiſque les derniers cadavres qui y avoient été dépoſés en 1782 étoient bien au-delà du terme où ſe fait l'exploſion ſeptique du bas-ventre; en vain nous avons engagé les foſſoyeurs à nous procurer l'occaſion d'examiner ce fluide élaſtique dans d'autres cimetières, ils ſe ſont toujours refuſés à nos inſtances, en aſſurant que ce n'eſt que par un haſard malheureux qu'ils trouvent dans la terre des cadavres dans ce dangereux état. L'odeur affreuſe & l'activité vénéneuſe de ce fluide élaſtique nous annoncent que s'il eſt mêlé, comme on ne peut en douter, des gaz hydrogène & azote tenant du ſoufre & du phoſphore en diſſolution, produits ordinaires & déjà connus de la putréfaction, il peut contenir encore une autre

vapeur délétère dont la nature a jufqu'actuellement échappé aux phyficiens, & dont l'énergie terrible fur la vie eft malheureufement trop prouvée; peut-être eft-ce encore à un autre ordre de corps, à un être plus divifé, plus fugace que ne le font les bafes des fluides élaftiques connus, qu'il faut rapporter la matière qui conftitue la nature de ce fluide dangereux. Quoi qu'il en foit, les hommes occupés au travail des cimetières reconnoiffent tous qu'il n'y a de réellement dangereux pour eux que la vapeur qui fe dégage du bas-ventre des cadavres, lorfque cette cavité fe rompt, comme nous l'avons décrit. Ils ont encore obfervé que cette vapeur ne les frappe pas toujours d'afphixie; que s'ils font éloignés du cadavre qui la répand, elle ne leur donne qu'un léger vertige, un fentiment de malaife & de défaillance, des naufées; ces accidens durent plufieurs heures; ils font fuivis de perte d'appétit, de foibleffe & de tremblement; tous ces effets annoncent un poifon fubtil qui ne fe développe heureufement que dans une des premières époques de la décompofition des corps. Ne peut-on pas croire que c'eft à ce miafme feptique que font dues les maladies auxquelles font expofés les hommes qui ha-

bitent le voiſinage des cimetières, des voieries & de tous les lieux en général où des matières animales amoncelées ſont livrées à la décompoſition ſpontanée? N'eſt-il pas permis de croire qu'un poiſon aſſez terrible pour tuer ſubitement les animaux, lorſqu'il s'échappe pur & concentré du foyer où il a pris naiſſance, reçu & délayé dans l'atmoſphère, conſerve aſſez de ſon activité pour produire ſur les ſolides nerveux & ſenſibles des animaux une impreſſion capable d'en aſſoupir l'action & d'en dérégler les mouvemens? Quand on a été témoin de la terreur que ce poiſon vaporeux inſpire aux ouvriers des cimetières, quand on a obſervé ſur un grand nombre de ces hommes la pâleur du viſage & tous les ſymptômes qui annoncent l'action d'un poiſon lent, on doit penſer qu'il ſeroit plus dangereux de nier entièrement l'effet de l'air des cimetières ſur les habitans voiſins, qu'il ne l'a été de multiplier & de groſſir les plaintes comme on l'a fait, ſur-tout depuis quelques années, en abuſant des travaux & des découvertes de la phyſique ſur l'air & les autres fluides élaſtiques.

Reprenons après cette digreſſion néceſſaire l'hiſtoire de la deſtruction des corps. La diſtenſion & la rupture du bas-ventre ont également

lieu

lieu & sur les corps entassés dans les fosses communes, & sur ceux qui sont enterrés en particulier ; mais les changemens qui succèdent à cette première époque de la décomposition spontanée sont, comme nous l'avons déjà annoncé, fort différens dans les uns & dans les autres. Les cadavres isolés entourrés d'une grande quantité de terre humide, se détruisent en entier en éprouvant tous les degrés successifs de la putréfaction ordinaire ; cette destruction est alors d'autant plus prompte, que le cadavre est plus humide, que la saison chaude ou tempérée est elle-même accompagnée de cette humidité, premier principe de la putréfaction. Si les corps ainsi isolés sont secs & émaciés ; si la terre où on les place est sèche & aride ; si l'atmosphère est sans humidité ; enfin, si le soleil dardant ses rayons sur le terrein favorise & accélère l'évaporation, toutes ces circonstances réunies desséchent les corps, en absorbent & en volatilisent les sucs, en rapprochent & en resserrent les solides, donnent, en un mot, naissance aux espèces de momies dont nous avons fait mention. Mais tout se passe autrement dans les fosses communes ; les corps amoncelés les uns sur les autres ne sont pas, comme les premiers, exposés au contact d'un

ſol qui puiſſe en abſorber l'humidité. Comme ils ſe recouvrent les uns les autres, l'évaporation due à l'atmoſphère n'a point ou preſque point d'influence ſur eux ; en un mot, ils ne ſont point expoſés aux circonſtances environnantes, & l'altération qu'ils éprouvent ne dépend que de leur propre ſubſtance. Nous ne devons point entreprendre ici de rechercher la cauſe chimique de leur converſion en gras ; cette recherche ne peut être convenablement faite, que lorſque nous aurons déterminé par nos expériences la nature de cette ſingulière matière ; notre objet étoit ſeulement de trouver la cauſe des changemens généraux qui ont lieu dans les viſcères & dans les différentes parties organiques du corps.

Lorſque la rupture des parois du bas-ventre eſt faite, la putréfaction abdominale qui en eſt la cauſe a déjà déſorganiſé les viſcères mous de cette cavité ; l'eſtomac & les inteſtins ne forment plus un tube membraneux continu. Briſés en pluſieurs points & déjà fondus en séroſités putrides, les portions de membranes qui reſtent encore tombent & s'affaiſſent ſur elles-mêmes : bientôt la putréfaction qui s'y eſt établie & dont la marche devient de plus en plus rapide, en détruit & en déſorganiſe

tout-à-fait le tiſſu ; il n'en reſte donc, quelque tems après la rupture du bas-ventre, que quelques fragmens qui s'appliquent & ſe confondent avec les parois même de cette cavité. Le parenchyme du foie, plus ſolide, paroît réſiſter à cette fonte ſeptique ; la putréfaction s'y rallentit & ne va point juſqu'à la deſtruction complette ; l'humidité n'y eſt plus aſſez abondante pour en faciliter la décompoſition totale ; & telle eſt ſans doute la cauſe de ces fragmens de *gras* que l'on trouve à la place de tous les viſcères du bas-ventre.

On conçoit facilement qu'un mouvement putride excité dans les parties molles & humides de la cavité abdominale ne peut en altérer la nature & en briſer le tiſſu ſans porter une pareille atteinte ſur les fibres du diaphragme, qui fait la paroi ou la voûte ſupérieure de cette cavité ; ce muſcle doit donc être déſorganiſé, ſur-tout dans les parties qui communiquent immédiatement avec les cellules muqueuſes du bas-ventre. Ainſi, tandis que la fonte putride s'opère dans celui-ci, il s'en établit une pareille le long de l'œſophage, & des cellules muqueuſes qui rempliſſent le médiaſtin poſtérieur. Il réſulte de cette fonte une deſtruction plus ou moins complette des vaiſ-

ſeaux, des membranes & de toutes les parties molles contenues dans la cavité thorachique ; tout annonce que cette déſorganiſation des viſcères de la poitrine ſe fait en même-tems que celle des viſcères abdominaux, ou au moins très-peu de tems après. La rupture des fibres du diaphragme paroît accompagner ou ſuivre immédiatement celle des parois du ventre ; à meſure que les liquides du thorax s'épuiſent, les portions ſolides du cœur & des poumons éprouvent la même altération que la baſe de tous les autres organes ; mais comme le tiſſu pulmonaire eſt très-lâche & contient beaucoup de ſucs, les parois des cellules qui le conſtituent s'affaiſſent & ſe compriment, de ſorte que ſa forme ſe perd bientôt, & qu'il ne reſte plus de ſa ſubſtance que quelques maſſes irrégulières de *gras*. Quoique les cavités du cœur donnent auſſi lieu à l'affaiſſement de ſes parois muſculaires ; celles-ci étant d'un tiſſu plus denſe, perdent moins de leur forme générale, & donnent par leur converſion en *gras*, naiſſance à ces maſſes irrégulièrement arrondies que nous avons trouvées dans la cavité thorachique.

Le même affaiſſement, la même déſorganiſation ayant lieu avec plus ou moins d'énergie

dans toutes les parties musculaires, tendineuses & ligamenteuses qui environnent les os, suivant leur mollesse & la quantité de sucs dont ils sont pénétrés, la conversion en *gras* s'opère successivement dans toutes ces parties; tout ce qui est membraneux & plus ou moins muqueux se détruit & disparoît; c'est pour cela qu'on ne trouve plus de trace de vaisseaux, de nerfs, d'aponévrose au milieu des masses de *gras* qui recouvrent les os des extrémités : il paroît que ce n'est que la base des fibres charnues qui se dénature & qui passe au *gras*.

Notre curiosité auroit été assez excitée par ces premières observations, pour nous porter à faire quelques recherches dans d'autres cimetières. Quelques-uns de ceux où l'on enterre le plus de corps dans des espèces de fosses communes nous ont présenté la même altération. Nous avons trouvé du *gras* dans un assez grand nombre de cimetières pour déterminer, comme nous le désirions, que la formation de cette singulière matière n'appartenoit point exclusivement au sol où nous l'avions observée la première fois, & qu'elle a lieu dans la terre toutes les fois que les cadavres y sont déposés en masses & les uns à côté des autres; toutes les fois que moins exposés à l'action des cir-

conſtances extérieures & des agens environnans, ils ſont livrés à la ſeule réaction de leurs principes les uns ſur les autres.

Nos viſites d'un aſſez grand nombre de cimetières de Paris nous ont encore fait voir que le deſſéchement des cadavres & leur changement en eſpèces de momies ſemblables à celles dont nous avons déjà fait mention, & que l'on trouve dans les catacombes de Rome & dans les caveaux de Toulouſe, ſe rencontrent dans un grand nombre de ter eins, & ſont beaucoup plus communes qu'on ne l'a penſé, même depuis que l'inſtruction plus répandue a fait diſparoître les impoſtures de la ſuperſtition, qui montroit autrefois au peuple cette conſervation des corps comme un objet digne de ſes hommages.

Le grand nombre de corps changés en *gras* depuis des époques déjà fort anciennes, dans des foſſes communes fermées quarante ans avant notre obſervation, nous annonçoit qu'une fois parvenus dans cet état, les cadavres pouvoient ſe conſerver long-tems ſans deſtruction; mais il falloit bien que la nature eût des moyens pour décompoſer cette nouvelle ſubſtance & la réduire à ſes élémens. Nous n'avons pu trouver aucun renſeignement poſitif ſur ce que de-

viennent les corps une fois changés en *gras* ; les fossoyeurs les plus exercés & les plus vieux ne nous ont rien appris sur ce point ; ce sera donc un des objets à déterminer pour ceux qui nous suivront dans ces recherches : cependant, quelques faits semblent nous autoriser à croire que nous avons trouvé un des procédés dont la nature se sert pour détacher cette substance des os qu'elle enveloppe & pour réduire les corps à l'état de squelette. Dans plusieurs fosses communes que nous avons fait creuser, nous avons trouvé quelques bières dérangées de leur position horisontale par l'éboulement des terres : dans plusieurs de ces bières placées obliquement, nous avons vu la portion inférieure des corps réduite à l'état de squelette, tandis que la partie supérieure présentoit les masses de *gras* ordinaires dans tous ces corps ; il étoit aisé de juger par l'inspection qu'une cause dissolvante avoit agi sur le bas de ces cadavres sans porter son action sur les parties élevées. Cette cause ne fut pas difficile à reconnoître. Nous trouvâmes dans la partie inférieure de ces bières un fluide brun & fétide ; la terre des environs étoit humide & pénétrée des mêmes miasmes que l'eau des bières ; celles-ci d'ailleurs ne se trouvoient qu'au

bas des fosses, & en général tous les cadavres qui occupoient cette région avoient la matière grasse la plus molle, la plus altérée & la moins abondante. On reconnoît à ces indices l'action de l'eau des pluies; en se filtrant à travers une terre perméable, elle se rassemble dans le fond des fosses, elle baigne la partie des cadavres qui y sont situés, elle dissout la matière grasse qui y plonge; car on verra par nos expériences que cette matière se délaie & se dissout facilement dans l'eau. Les fossoyeurs ont remarqué qu'après de longues & fortes pluies le dessus des fosses ou le sol qui les recouvre se creuse & s'abaisse de quelques pouces. On voit dans cette observation la preuve d'une diminution dans la masse des corps dont la matière soluble est peu à peu enlevée par l'eau & distribuée en molécules plus tenues dans la terre qui les environne, & dans laquelle nous avons trouvé, comme nous le dirons par la suite, les élémens de cette substance.

Telle est la succession progressive des phénomènes naturels que nous avons pu observer dans les changemens qu'éprouvent les corps enfouis dans la terre; ces phénomènes appartiennent à un ordre de choses qui n'ont été ni connues, ni décrites jusqu'ici; tout nous man-

quoit, pour ainſi dire, juſqu'aux mots propres à exprimer nos idées. On ne ſera donc point étonné que nous ne regardions les détails précédens que comme l'eſquiſſe imparfaite d'un grand tableau dont les derniers traits ne ſeront dûs qu'aux efforts de la poſtérité. Il faudroit vivre long-tems au milieu des tombeaux, il faudroit ſe dévouer à ſuivre long-tems les fouilles ſans ceſſe renouvelées des cimetières, il faudroit enfin une ſucceſſion non interrompue, pendant un ſiècle, d'hommes également infatigables par les plus pénibles comme les plus triſtes recherches, pour connoître & décrire dans toutes ſes époques la deſtruction lente des cadavres au ſein de la terre.

Nous avons cru devoir conſigner dans les faſtes des ſciences utiles, les faits qu'une occaſion heureuſe pour la phyſique médicale nous a permis de recueillir. Il ne manque plus à ce que nous en avons expoſé dans ce premier mémoire, que de faire connoître la nature particulière du *gras*, des corps deſſéchés en momies, des os qui ont ſéjourné long-tems dans la terre ou dans l'air, & celle de la terre preſqu'animaliſée & chargée depuis pluſieurs ſiècles des principes diſſous ou volatiliſés des cadavres humains. Tels ſont les objets qui ſeront traités dans un ſecond mémoire.

ANALYSE

D'UNE PIERRE

RETIRÉE DE LA VÉSICULE DU FIEL ;

Par M. le Professeur GREN.

Extrait de l'Addition aux Annales de Chimie de CRELL, *de la première demi-année de 1789.*

LA pierre retirée de la véficule du fiel pefoit, 1°. 6g. ; fa pefanteur fpécifique étoit de 0,803. Elle étoit jaune, douce au toucher, quelques criftaux couvroient fa furface, fon intérieur paroiffoit formé d'une fuite de lames appliquées les unes à côté des autres, repréfentant une criftallifation divergente partant du centre, qui avoit l'apparence d'un noyau.

M. le profeffeur Gren a analyfé cette pierre par l'eau diftillée, les acides fulfurique & nitrique, les carbonates alkalins, l'alcohol, les huiles & le feu.

La pierre de fiel réduite en poudre n'a rien perdu de son poids après trois jours de digestion dans l'eau distillée ; cette eau cependant, quoique sans saveur, rougissoit la teinture de tournesol & troubloit l'eau de chaux, & ne formoit point de précipité avec le sulfate barytique.

De l'acide sulfurique concentré, versé sur 10 grains de cette pierre réduite en poudre, a excité de la chaleur ; il s'est dégagé de l'acide sulfureux ; cette poudre a pris une couleur brune, & s'est réunie en une masse qui surnageoit à la surface. Après trois jours de digestion, la substance est devenue noire, grumeleuse, une portion étoit précipitée & l'autre surnageoit. De l'eau distillée versée sur ce mélange, a fait disparoître la couleur noire ; la masse est devenue légère, grise & à peu près semblable à du lait caillé.

Le coagulum lavé dans plusieurs eaux pour en enlever l'acide, pesoit 8 grains $\frac{1}{2}$ après avoir été séché.

10 grains de la pierre de fiel réduite en poudre, digérés dans de l'acide nitrique concentré, a fait dégager une grande quantité de gaz nitreux ; un peu d'huile jaunâtre a paru se rassembler à la surface de l'acide. Au bout

de quelques jours de digeſtion, il eſt reſté une ſubſtance grumeleuſe jaunâtre qui peſoit 8 grains après avoir été lavée & ſéchée.

Les carbonates de potaſſe & d'ammoniaque n'ont point eu d'action ſur cette pierre; elle s'eſt ſeulement écaillée dans ce dernier.

L'alcohol n'a point diſſous de cette pierre même en chauffant le mélange, ſeulement il en a ſéparé des petits criſtaux brillans qui étoient ſuſpendus dans le liquide.

L'huile de térébenthine a diſſous toute la pierre, même ſans chaleur. L'huile d'amande douce & l'éther vitriolique agirent auſſi deſſus. Ces huiles prirent une teinte jaune par cette diſſolution.

Un morceau de pierre de fiel expoſé à l'action de la flamme, y brûla en répandant une odeur de cire & s'y réduiſit en charbon.

30 grains de cette pierre ſoumis à l'action du feu dans une cornue de verre, ont produit une grande quantité de gaz acide carbonique & hydrogène carboné. Il paſſa dans le récipient une liqueur jaune, viſqueuſe, & de l'huile brune qui ſentoit une mauvaiſe odeur; le charbon reſtant peſoit 3 grains.

La liqueur obtenue avoit une odeur d'ammoniaque, rougiſſoit la teinture de tourneſol,

troubloit l'eau de chaux & ne faifoit point effervefcence avec les acides.

Le charbon brûlé a laiffé un peu de terre blanche foluble dans l'acide nitrique, & précipitable par l'acide oxalique.

De toutes ces expériences, M. Gren conclut que la pierre du fiel eft compofée de 85 parties de matière cireufe & de 15 parties de limphe.

Remarques de M. Haffenfratz.

Dans l'addition que M. Bergman a mife à l'analyfe des bezoards de Schéele, ce favant n'a point établi de diftinction entre la pierre de la veffie & celle des reins.

M. de Fourcroy a donné, dans le troifième volume de nos Annales, page 242, une analyfe des calculs biliaires qu'il divife en deux efpèces; la première ne contient qu'$\frac{1}{16}$ de cette fubftance cireufe, & la feconde eft tout-à-fait femblable à la pierre dont M. Gren vient de nous donner l'analyfe. M. de Fourcroy conclut, d'après fes expériences, que cette concrétion eft formée d'une matière analogue au blanc de baleine.

Ces deux analyfes diffèrent cependant en ce

que M. Gren prétend que ſon calcul n'étoit point diſſoluble dans l'alcohol ; tandis que M. de Fourcroy s'eſt aſſuré que le ſien s'y diſſolvoit entièrement lorſque l'alcohol étoit chaud, mais qu'il ſe précipitoit par le refroidiſſement.



SECOND MÉMOIRE
SUR
LE CALORIQUE;

Par M. SEGUIN.

Fautes essentielles à corriger dans le premier Mémoire sur le calorique, *imprimé dans le troisième volume des Annales.*

PAGE 148, *ligne* 4, Crawfort, *lisez*, Crawford.

Même page, lig. 16, *capacité des corps pour contenir le calorique*, lis. *capacité des corps pour admettre le calorique entre leurs molécules.*

Pag. 149, *lig.* 2, qui le produit, *lis.* qui la produit.

Pag. 151, *supprimez en entier l'article 3, & substituez-y celui-ci :* Lorsqu'on veut élever du même nombre de degrés la *température* de deux corps hétérogènes égaux soit en masse, soit en volume, il faut très-souvent leur communiquer d'inégales quantités de *calorique.* Nous expliquerons par la suite d'où proviennent ces différences ; nous devons, quant à présent, nous contenter de les désigner, & pour y parvenir, nous nous

servirons de l'expression *capacités des corps pour admettre le calorique entre leurs molécules*. Si, par exemple, deux corps égaux soit en masse, soit en volume, ont une *température* de 10 degrés, & s'il faut pour les enlever à une *température* de 40 degrés (pourvu toutefois qu'à cette *température* ces corps ne commencent point encore à se liquéfier ou se vaporiser) communiquer à l'un deux fois plus de *calorique* qu'à l'autre, nous dirons que la *capacité* du premier est à celle du second depuis le 10e degré du thermomètre jusqu'au 40e, comme 2 : 1. (*a*) (Cette lettre indicative renverra à la note de la page 153.)

Pag. 152, *supprimez en entier l'article quatrième, & substituez-y celui-ci :* Deux corps égaux, soit en masse, soit en volume, & réduits à la même *température*, peuvent contenir d'inégales quantités de *calorique*. Nous verrons par la suite d'où dépendent ces différences; nous devons, quant à présent, nous contenter de les désigner, & pour y parvenir, nous nous servirons de l'expression *calorique spécifique*, ou *quantité spécifique de calorique*. Je dirai donc que le *calorique spécifique* d'un corps est à celui d'un autre corps égal, soit en masse, soit en volume, & réduit à la même *température*, comme tel nombre est à tel autre nombre. (*a*) (Cette lettre indicative renverra à la note de la page 151.)

Pag. 153, *supprimez les cinq premières lignes de la note, & substituez-y celles-ci :* Le docteur Crawford nomme ces différences *capacité des corps pour contenir la chaleur ;* mais, suivant la nouvelle Nomenclature, cette expression n'est point exacte : en effet, un

un corps ne contient point de *chaleur*, mais le principe qui par son action sur nos organes produit cette sensation. *Le restant de la note doit se lire immédiatement à la suite de la note de la page* 151.

Pag. 154, *supprimez en entier l'article cinquième, & substituez-y celui-ci :* Il résulte des trois énoncés précédens, que les expressions *température*, *capacité* & *calorique spécifique* sont des dénominations particulièrement affectées à des nombres abstraits qui peuvent servir à établir des rapports & conséquemment à fixer des mesures comparatives. *La température d'un corps est une mesure qui nous indique que son calorique interposé est plus ou moins comprimé que celui d'un autre corps.*

La capacité est une mesure qui nous indique la quantité de calorique qu'il faut communiquer à un corps, pour élever sa température d'un certain nombre de degrés, comparativement à celle qu'il faut communiquer à un autre corps égal en masse ou en volume, pour élever sa température du même nombre de degrés (pourvu cependant que ces corps ne changent pas d'état pendant cette augmentation de *température*, c'est-à-dire, que si ce sont des solides, ils ne se liquéfient pas; & si ce sont des liquides, qu'ils ne se vaporisent pas).

Le calorique spécifique est une mesure qui indique la quantité totale de calorique que contient un corps dont la température est déterminée comparativement à celle que contient un autre corps égal, soit en masse, soit en volume, & réduit à la même température.

Pag. 154, lig. 23, *capacité pour contenir le calo-*

rique, lif. *capacité d'un corps pour admettre le calorique entre ses molécules.*

Même page, lig. 25, que ces *capacités*, lif. que les *capacités*.

Pag. 155, *lig.* 11, de *calorique* qu'il contient, *lif.* de fon *calorique interpofé*.

Même page, lig. 20, *mettez un point après ces mots*, qu'ils ne changent pas d'état.

Pag. 157, *lig.* 1, nombre qu'il faut leur ajouter pour les élever au plus haut degré de *chaleur*, *lif.* nombre de degrés qu'il faut leur ajouter pour les porter à la plus haute *température*.

Même page, fupprimez en entier l'article feptième & fubftituez-y celui-ci : On mefure la *chaleur* par l'intenfité de la fenfation qu'elle produit, & la *température* par la dilatation des liquides dont on fe fert pour conftruire le thermomètre. Quant aux *capacités*, il exifte deux moyens de les déterminer ; le premier confifte à mêler enfemble des poids ou des volumes égaux de fubftances hétérogènes dont les *températures* font différentes, & à obferver la *température* du mélange ; les *capacités* font alors en raifon inverfe des changemens de *température*. Le fecond confifte à échauffer les corps, à les renfermer enfuite dans une enveloppe de glace, & à raffembler la quantité d'eau formée ; les *capacités* font alors en raifon directe des quantités de glace fondue. Nous verrons par la fuite quelle eft la meilleure de ces deux méthodes.

Même pag. lig. 26, lorfqu'on veut déterminer le *calorique fpécifique* de différens corps, *lif.* lorfqu'on veut déterminer les *capacités* de différens corps.

Pag. 158, *lig.* 8, calculé les *quantités ſpécifiques de calorique*, *liſ.* calculé les *capacités.*

Même page, ſupprimez en entier l'article neuvième, & ſubſtituez-y celui-ci : Les changemens produits dans la *température* de différens corps par d'égales quantités de *calorique*, ſont en raiſon inverſe de leur *capacité;* la *température* d'un corps peut varier ou par un changement dans ſa nature, ou par une augmentation ou diminution de ſon *calorique interpoſé.*

Pag. 160, *lig.* 4, donc de 32 degrés, *liſ.* donc de — 32 degrés.

Pag. 162, *lig.* 16, *ſupprimez la virgule qui eſt après l'article* les, *& mettez-en une après l'adjectif* chaude.

Même pag. lig. 22, véritable *température*, liſ. *température* du mélange.

Même pag. lig. 25, de *calorique* communiquées, *liſ.* de *calorique communiqué.*

Pag. 163, *lig.* 1, *calorique* communiquées, *liſ. calorique communiqué.*

Même pag. ſupprimez en entier les 26 dernières lignes, & ſubſtituez-y celles-ci : Si l'on ſe ſert du mot *chaleur* pour exprimer la ſenſation, on ne peut pas dire que le thermomètre eſt une *meſure exacte de la chaleur*, car un morceau de marbre nous paroît plus *froid* qu'un morceau de bois, quoique ces deux ſubſtances aient la même *température;* ces différences dépendent, ainſi que nous le verrons ci-après, des *capacités.* Si l'on ſe ſert du mot *chaleur* comme ſynonime du mot *calorique*, cet énoncé eſt également inadmiſſible; car le thermomètre ne peut indiquer ni

le *calorique combiné*, ni le *calorique interposé* (il faudroit pour cela que les *capacités* fussent permanentes, tant que les corps ne changent pas d'état), ni conséquemment le *calorique spécifique*. Nous pouvons donc avancer que le thermomètre ne peut nous servir à mesurer que les quantités comparatives de *calorique* que des corps différens communiquent à une même substance prise pour unité lorsqu'on la mêle séparément avec chacun de ces corps, en ayant soin que dans chaque expérience il y ait le même espace entre les degrés qui déterminent la *température* de la substance qui sert de terme de comparaison & celle du corps qu'on veut y mêler, pourvu toutefois que pendant le mélange les molécules ne communiquent point ou n'absorbent pas de *calorique*.

Cette dernière conséquence ne peut d'ailleurs être rigoureusement vraie qu'autant, 1°. que les *capacités* des corps sont permanentes, tant qu'ils ne changent pas d'état; 2°. que les dilatations du mercure sont proportionnelles aux quantités de *calorique* qu'on lui communique.

Pag. 165, *lig.* 9, *supprimez cette dernière phrase*, quant à la propriété qu'on lui attribue de mesurer exactement la *chaleur*, il n'en peut jouir de même que dans ce court espace.

Même pag. lig. 14, les *capacités des corps pour contenir le calorique*, lis. *les capacités des corps pour admettre le calorique entre leurs molécules.*

Même pag. lig. 20, qui l'élève d'un certain nombre de degrés, mesurée, *lis.* qui élève sa *température* d'un certain nombre de degrés, mesuré.

Pag. 166, *lig.* 18, de la congellation, *liſ.* de ſa congellation.

Pag. 167, *lig. première*, ſont égales entr'elles ; ſi donc les dilatations du mercure ſont proportionnelles aux quantités de *calorique* communiquées, *liſ.* ſont égales entr'elles ; ſi donc les dilatations du mercure ſont proportionnelles aux quantités de *calorique* qui lui ſont communiquées.

Pag. 170, *lig.* 14, une livre de même liquide à 61,22 degrés, *liſ.* une livre du même liquide à 62,22 degrés.

Pag. 171, *lig.* 6, de *calorique dégagé*, *liſ.* de *calorique* qui eſt dégagé.

Pag. 172, *lig.* 4, a auſſi *prononcé*, *liſ.* a auſſi prouvé.

Même pag. lig. 16, s'eſt vaporiſé, *liſ.* ſe vaporiſe.

Même pag. lig. 19, dégagée, *liſ.* dégagé.

Même pag. lig. 20, *ſupprimez le mot* augmente.

Même pag. lig. 21, *ſupprimez la virgule qui eſt après l'adjectif* déterminée.

Même pag. lig. 24, *mettez une virgule après ces mots*, que l'eau.

Pag. 173, *lig.* 15, de ſon eau, *liſ.* de l'eau.

Même page, *lig.* 2, abſorbée ou dégagée, *liſ.* abſorbé ou dégagé.

Même pag. ſupprimez les ſix dernières lignes, & ſubſtituez-y celles-ci : *Dans les changemens cauſés par la chaleur à l'état d'un ſyſtême de corps, il y a toujours abſorption de chaleur ; en ſorte que l'état qui ſuccède immédiatement à un autre par une addition ſuffiſante de chaleur, abſorbe cette chaleur*

ſans que le degré de température du ſyſtême augmente.

Pag. 176, *lig.* 16, le docteur Crawford indique le moyen pour déterminer, *liſ.* le docteur Crawford obſerve qu'on peut déterminer.

Pag. 180, *lig.* 16, de deux degrés, *liſ.* de — 2 degrés.

Pag. 183, *lig.* 2, entre les deux, *liſ.* entre ces deux.

Pag. 186, *lig.* 21, aucun, *liſ.* aucune.

Pag. 188, *lig.* 14, je vois donc, *liſ.* je crois donc.

Même pag. lig. 15, néceſſeire, *liſ.* néceſſaire.

Pag. 192, *lig.* 17, ces molécules, *liſ.* les molécules.

Pag. 193, *lig.* 27, ces molécules, *liſ.* les molécules.

Pag. 194, *lig.* 21, noveau, *liſ.* nouveau.

Même pag. lig. 27, des liquides, *liſ.* du liquide.

Pag. 200, *lig.* 16, les *capacités* dépendent donc des *attractions* des molécules homogènes, & les forces qu'il faut employer pour les égaliſer, déſignent les *capacités*, *liſ.* les *capacités* dépendent donc & de la dilatation, & du nombre des molécules, & de leur groſſeur, & de leur augmentation de volume.

Pag. 208, *lig.* 16, un ſimple compoſé, *liſ.* un compoſé.

Pag. 213, *lig.* 10, queſtion, *liſ.* preſſion.

Pag. 214, *lig.* 15, dans le ſort, *liſ.* dans l'état.

Pag. 217, *lig.* 28, l'oxigène, parce qu'on, *liſ.* l'oxigène & l'hydrogène, parce qu'on.

Pag. 222, *lig.* 8, inverſe, *liſ.* en vertu.

Même pag. lig. 15, c'eſt-à-dire, la formation, *liſ.* c'eſt-à-dire, à la formation.

Pag. 223, lig. 1, *clarté*, liſ. *chaleur.*

Pag. 230, *lig.* 4, 3°. que le *calorique ſpécifique* eſt en raiſon inverſe des changemens produits dans la *température* des corps, lorſqu'étant égaux en poids on les mêle à différens degrés, *liſ.* 3°. que le *calorique* ne ſe combine dans aucune circonſtance avec les molécules des corps, & conſéquemment que l'abſorption ou la communication de *calorique* pendant les changemens d'état provient ſeulement d'un changement de *capacité;* 4°. & que par une conſéquence qui dérive des précédens énoncés, le *calorique ſpécifique* eſt proportionnel aux *capacités.* Reprenons ces énoncés.

Même pag. ſupprimez les trois dernières lignes & les huit premières de la page ſuivante, & ſubſtituez-y celles-ci : 2°. *La capacité d'un corps eſt permanente à toutes les températures, tant qu'il ne change pas d'état ; le calorique ne ſe combine pas avec les molécules, & le calorique ſpécifique eſt proportionnel aux capacités ;* il eſt donc néceſſaire pour que, &c.

Pag. 241, *lig.* 15, les, *liſ.* ces.

Même pag. lig. 19, de ces, *liſ.* des.

Même pag. lig. 27, des théories, *liſ.* des théories qui ont été propoſées.

OBSERVATION PRÉLIMINAIRE.

COMME depuis la publication de mon premier mémoire je me ſuis apperçu que l'expreſſion *capacité des corps pour contenir le calorique* préſente naturellement une idée différente de celle que j'ai voulu exprimer, j'ai cru néceſſaire d'y ſubſtituer l'expreſſion *capacité des corps pour admettre le calorique entre leurs molécules.* Cette nouvelle dénomination aura le double avantage d'être plus exacte & de faciliter l'intelligence des recherches ſur le *calorique;* je prie en conſéquence de vouloir bien ſubſtituer, par-tout où je pourrois m'en être ſervi, l'expreſſion *capacité des corps pour admettre le calorique entre leurs molécules*, à celle de *capacité des corps pour contenir le calorique.* Je n'ai point beſoin d'obſerver qu'en rencontrant le mot *capacité*, on doit toujours ſe rappeler que l'explication *pour admettre le calorique entre leurs molécules* eſt ſous-entendue.

SECONDE PARTIE.

OBSERVATIONS SUR LES MÉTHODES INDIQUÉES ET SUR LES EXPÉRIENCES FAITES POUR DÉTERMINER, 1°. LE *ZÉRO RÉEL*; 2°. LA *CAPACITÉ* DE DIFFÉRENS CORPS, ET PARTICULIÈREMENT DE LA VAPEUR AQUEUSE; 3°. LA VÉRITABLE CAUSE DE LA *CHALEUR ANIMALE*;

ET CONSÉQUENCES QU'ON PEUT DÉDUIRE DE CES DIVERS RÉSULTATS.

CHAPITRE PREMIER.

Obſervations ſur les Méthodes employées pour déterminer les capacités *des ſolides & des liquides, & ſur les Moyens de corriger & d'éviter en partie les erreurs dont celle du docteur* CRAWFORD *eſt ſuſceptible.*

NOUS avons vu dans la première partie qu'en ſe ſervant des mélanges pour la détermination des *capacités*, il eſt abſolument néceſſaire de corriger & d'éviter autant qu'il eſt

possible les sources d'erreurs qui peuvent faire varier les résultats ; je crois donc devoir présenter les précautions qu'il faut prendre & les corrections qu'il faut faire lorsqu'on se sert de cette méthode.

1°. Après avoir bien mêlé la substance dont on veut déterminer la *capacité* avec celle qui sert de terme de comparaison, il faut assez ordinairement une minute pour que la *température* du mélange devienne uniforme ; il est donc nécessaire de calculer la quantité de *calorique* que le mélange communique pendant ce tems à l'atmosphère.

Lorsqu'un corps dont la *température* est beaucoup plus élevée que celle du milieu environnant se refroidit promptement, les quantités de *calorique* qu'il lui communique dans des momens successifs sont à peu près en progression géométrique. Lorsqu'au contraire sa *température* n'est pas beaucoup plus élevée que celle du milieu environnant & qu'il se refroidit lentement, les quantités de *calorique* communiqué dans des momens successifs sont si sensiblement égales, que les thermomètres les plus exacts ne peuvent indiquer les différences.

Dans le premier cas, il faut calculer la quantité de *calorique* perdue pendant la première

minute, d'après la férie des nombres déterminés par l'obfervation. On peut dans le fecond regarder la quantité de *calorique* communiquée à l'atmofphère pendant la première minute, comme égale à celle qui lui eft communiquée pendant la minute qui la fuit immédiatement.

Dans quelques expériences la *température* du mélange ne devient uniforme qu'au bout de quelques minutes; c'eft alors, à partir de ce moment, qu'on doit obferver les différences pour conftater la quantité de *calorique* perdu pendant les minutes fubféquentes.

2°. Si l'on verfe la fubftance chaude dans la froide, elle perd en paffant au travers de l'air environnant une portion de fon *calorique fpécifique;* pour éviter cette caufe d'inexactitude, il faut que la fubftance froide ait la même *température* que l'air du lieu; on peut alors la verfer dans la fubftance chaude fans craindre qu'en traverfant l'atmofphère elle lui communique une partie du *calorique* qu'elle contient.

3°. En verfant la fubftance chaude dans le vaiffeau qui contient la froide, il reçoit une certaine quantité de *calorique*. Si l'on verfe au contraire la fubftance froide dans le vaiffeau qui contient la chaude, elle reçoit du *calo-*

rique non ſeulement de la ſubſtance chaude, mais encore du vaiſſeau.

Pour corriger cette ſource d'erreur, il faut déterminer le rapport exiſtant entre la *capacité* du vaſe *pour admettre le calorique entre ſes molécules*, & celle de la ſubſtance qui ſert de terme de comparaiſon; on peut employer à cet effet un des moyens dont ſe ſervoit le docteur Crawford; je le choiſis parce qu'il eſt extrêmement ſimple.

On introduit le vaiſſeau dans un autre vaſe dont le diamètre eſt un peu plus grand, & qui de tous côtés eſt environné d'eau très-chaude; on a le ſoin de couvrir l'appareil avec un large couvercle, afin d'empêcher l'accès de l'air extérieur. Lorſque le vaſe intérieur a acquis la *température* deſirée, on examine le thermomèrre qui y eſt plongé : ſuppoſons qu'il s'arrête à 40 degrés; on y verſe alors une certaine quantité d'eau; ſuppoſons-la de 12 liv. & ſuppoſons pareillement que ſa *température* ſoit de 12 degrés avant l'introduction; on agite, & au bout de quelques inſtans on examine le thermomètre; ſi la *température* de l'eau eſt alors de 13 degrés, on pourra conclure que la *température* de l'eau a été augmentée de 1 degré, & que celle du vaſe a été diminuée de 27, &

conséquemment que la *capacité* du vaisseau est à celle de 12 liv. d'eau, comme 1 est à 27.

On s'énoncera donc clairement en disant que le vaisseau doit communiquer ou recevoir autant de *calorique* que 7,11 onces d'eau; car 12 liv. $= 192$ onces, & $\frac{192}{27} = 7{,}11$ onc.

Lorsqu'on a ainsi déterminé la *capacité* d'un vase *pour admettre le calorique entre ses molécules*, on peut s'en servir pour répéter un grand nombre d'expériences. Si l'on trouve, par exemple, que la *température* du vase est diminuée de 40 degrés, lorsqu'on y introduit 12 livres d'eau, on aura $27 : 1 :: 40 : x$ & $x = \frac{40}{27} = 1.4$ degrés pour l'augmentation de *température* des 12 livres d'eau occasionnée par la quantité de *calorique* qui a été communiqué par par le vaisseau, & qui préalablement élevoit sa *température* de 40 degrés.

Si dans une autre expérience on n'emploie que 8 liv. d'eau, on aura d'abord $8 : 12 :: 1 : x$ & $x = \frac{12}{8} = 1.5$, & conséquemment si la *température* du vaisseau s'abaisse de 40 degrés lorsqu'on y verse 8 livres d'eau, on aura $27 : 1.5 :: 40 : x$ & $x = \frac{40 \times 1.5}{27} = 2.22$

degrés pour l'augmentation de *température* des 8 livres d'eau, occasionnée par la quantité de *calorique* communiqué par le vaisseau, & qui préalablement élevoit sa *température* de 40 degrés.

Dans d'autres circonstances, & particulièrement si l'on mêle des corps solides avec l'eau, la correction sera à peu près semblable; en effet, nous avons vu ci-dessus que le vaisseau doit communiquer ou recevoir autant de *calorique* que 7.11 onces d'eau; il faudra donc ajouter ou soustraire ce nombre de la quantité d'eau employée, & opérer ensuite, comme nous l'avons déjà indiqué.

4°. Il arrive fréquemment que dans certains mélanges la *température* ne devient uniforme qu'au bout de quelques minutes; il faut alors pour éviter en partie l'erreur qui provient de la quantité de *calorique* communiquée pendant ce tems aux corps environnans, 1°. agiter très-doucement le mélange; 2°. opérer sur de grandes quantités; 3°. renfermer, s'il est possible, l'appareil dans une double enveloppe garnie de duvet & recouverte encore avec de la flanelle; 4°. enfin, faire en sorte que la *température* du mélange ne soit pas beaucoup plus élevée que celle du milieu environnant.

On peut, en prenant la ſubſtance froide à une *température* beaucoup plus baſſe que celle de l'atmoſphère, & la ſubſtance chaude à une *température* beaucoup plus haute, remplir la dernière des conditions ci-deſſus énoncées, & avoir en même tems une très-grande différence dans les *températures ;* il eſt vrai qu'on retombe alors dans un autre inconvénient, celui de faire traverſer l'atmoſphère à une ſubſtance très-chaude ou très-froide.

5°. Les volumes des ſubſtances qu'on veut comparer doivent être égaux, & l'on doit ſe ſervir de thermomètres très-ſenſibles.

6°. Nous avons vu ci-deſſus que la coïncidence entre la moyenne arithmétique & la *température* d'un mélange de parties égales de la même ſubſtance à différens degrés indiquoit la permanence de *capacité* de cette ſubſtance à tous les degrés compris entre ces deux *températures ;* mais ſi les quantités ſont inégales, il faut alors pour pouvoir conclure que la *capacité* eſt permanente, que, ſuivant la loi de Richman, *la température du mélange ſoit egale à la ſomme des produits des quantites par les températures, diviſée par la ſomme des quantites.* Si l'on mêle, par exemple, 8 liv. d'un liquide quelconque à 40 d. avec 16 l. du même liquide à

30 degrés, & si la *température* du mélange est de 33 · 34 degrés, on pourra conclure que la *capacité* de ce liquide est permanente depuis le 30e degré jusqu'au 40e; car $\frac{8 \times 40 + 16 \times 30}{8 + 16}$ = 33 · 34 degrés.

7°. Nous venons d'annoncer que les volumes des substances comparées doivent être égaux; mais si les pesanteurs spécifiques ne sont pas semblables, les poids des substances comparées seront différens. Le docteur Irvine a prouvé que dans cette circonstance *les capacités sont en raison inverse du produit des changemens de température par les quantités de matières.*

Si l'on mêle, par exemple, 22 onces de bled à . . . . 30 deg.
avec 20 onces d'eau à 60
& si la *température* du mélange est de . . 50
la *température* de l'eau se trouvera diminuée de 10
& celle du bled se trouvera augmentée de 20

Et alors la *capacité* de l'eau sera à celle du bled comme 20 × 22 : 10 × 20, ou comme 11 : 5.

En évitant toutes les causes d'inexactitude & en faisant les corrections que je viens d'indiquer,

diquer, les résultats de différentes expériences coincideront à peu près les uns avec les autres, & les *capacités* seront déterminées avec un certain degré d'exactitude à tous les degrés compris entre les termes de la congellation & de l'ébullition de l'eau.

Il faut cependant observer qu'un changement de *température* dans l'air du lieu, le plus ou moins de tems employé à mêler les substances, une différence dans le vaisseau ou dans le degré d'agitation donnée au mélange, & plusieurs autres causes, peuvent faire varier ces résultats.

Cette méthode, d'ailleurs, ne peut servir, ainsi que je l'ai observé ci-dessus, ni pour toutes les substances qui en se combinant changent de *capacité*, ni pour celles dont le *calorique combiné* varie soit en plus, soit en moins pendant le mélange.

Ce sont toutes ces raisons qui doivent faire préférer la méthode de MM. Lavoisier & de Laplace à celle du docteur Crawford; la première exige très-peu de précautions & est sujette à beaucoup moins d'inconvéniens.

CHAPITRE SECOND.

Résultats des expériences qui peuvent servir à déterminer la capacité *de plusieurs solides & de quelques liquides.*

Quelques-unes des expériences dont je vais présenter les résultats ont été faites par le docteur Crawford, dans le dessein de déterminer le *calorique spécifique* des substances sur lesquelles il a opéré; mais comme j'ai démontré dans la première partie, que quant à présent cette détermination est impossible, il en résulte que ces résultats ne peuvent indiquer tout au plus que la *capacité* de certains corps depuis le terme de la congellation de l'eau jusqu'à celui de son ébullition.

Le docteur Crawford, dans le dessein d'arriver à des résultats exacts, a pris toutes les précautions, & a fait toutes les corrections ci-dessus indiquées.

Capacités *de plusieurs solides & de quelques liquides comparées à celle de l'eau prise pour unité, & déterminées d'après les expériences du docteur Crawford.*

Eau commune,	1,000
Féverolles,	0,502
Riz,	0,506
Bled,	0,477
Avoine sans pellicule,	0,416
Pois,	0,492
Orge,	0,421
Cuir de bœuf avec le poil,	0,787
Poumons d'une brebis,	0,769
Lait de vache,	0,999
Sang retiré de l'artère d'un chien,	1,030

Lorsqu'on réduit en poudre quelques-unes de ces substances & qu'on les mêle ensuite avec de l'eau à égalité de *température*, il se dégage une certaine quantité de *calorique*; c'est pour éviter cette source d'erreur que le docteur Crawford ne les pulvérisa pas, parce qu'alors, dit-il, la quantité de *calorique* dégagé pendant le mélange est très-peu considérable & ne peut affecter en rien le résultat des opérations.

Il faut encore obſerver que quelques-unes des ſubſtances ci-deſſus énoncées variant à l'infini par le deſſéchement ou par toute autre cauſe, la détermination de leur *capacité* ne peut à la rigueur ſervir de baſe.

Cet inconvénient eſt malheureuſement applicable à preſque toutes les ſubſtances ſur leſquelles on peut opérer.

Nous pouvons, quoi qu'il en ſoit, regarder les réſultats ci-deſſus comme des à peu près aſſez exacts; ils ſont d'ailleurs précieux en ce qu'ils ont conduit à la théorie de la reſpiration.

Capacités *de quelques ſolides & de pluſieurs liquides, comparées à celle de l'eau priſe pour unité, & déterminées d'après les expériences de MM. Lavoiſier & de Laplace.*

Eau commune,	1,0000
Tôle ou fer battu,	0,1099
Criſtal,	0,1929
Mercure,	0,0290
Chaux vive,	0,2168
Mêlange d'eau & de chaux vive dans le rapport de 9 à 16,	0,4391
Acide ſulfurique dont la peſanteur ſpécifique étoit de 1,87,	0,3345

Mélange de cet acide avec l'eau dans le rapport de 4 à 3,	0,6031
Même mélange dans le rapport de 4 à 5,	0,6631
Acide nitrique dont la peſanteur ſpécifique étoit de 1,29895,	0,6613
Mélange de cet acide avec la chaux vive dans le rapport de 9 $\frac{1}{3}$ à 1,	0,6189
Mélange d'une partie de nitrate de potaſſe avec 8 parties d'eau,	0,8167

Il faut encore un grand nombre d'expériences pour completter cette table ; mais les réſultats qui y ſont contenus ſont principalement intéreſſans en ce qu'ils réſultent d'une méthode extrêmement ingénieuſe, & qu'ils commencent un travail abſolument néceſſaire à l'explication de beaucoup de phénomènes chimiques.

CHAPITRE TROISIÈME.

Observations sur les méthodes dont on peut se servir pour déterminer les capacités *des fluides élastiques permanens, & sur les moyens d'éviter & de corriger en partie les sources d'erreurs dont elles sont susceptibles.*

Les difficultés qu'on éprouve lorsqu'on veut déterminer la *capacité* des fluides élastiques permanens proviennent principalement, 1°. de la rarité des gaz ; 2°. de leur mélange presqu'inévitable avec d'autres substances ; 3°. de leur dessication plus ou moins complette ; 4°. de l'incertitude qui existe toujours dans la détermination de leur pesanteur spécifique ; 5°. enfin, de la nature fugace du *calorique.*

Ces difficultés sont communes à la méthode du docteur Crawford & à celle de MM. Lavoisier & de Laplace ; mais la première est en outre susceptible d'un grand nombre de sources d'erreurs que je vais décrire succinctement.

1°. Il est nécessaire de dessécher les fluides dont on veut se servir ; si l'on ne peut y parvenir complettement, il faut du moins tâcher qu'ils ne contiennent pas plus d'humidité les

uns que les autres : le nitrate de chaux fait avec ſoin peut ſervir à cette opération. Il eſt bon d'obſerver qu'après leur expoſition ſur ce ſel, les gaz tiennent encore en diſſolution une certaine quantité d'eau ; cette quantité dépend de leur nature particulière & influe plus ou moins ſur la détermination de leur *capacité ;* on eſt donc obligé dans ces circonſtances de regarder l'eau tenue en diſſolution comme une de leurs parties conſtituantes.

2°. Il faut tâcher que les gaz n'éprouvent pas de changement pendant l'expérience.

3°. La *température* de la ſubſtance qui ſert de terme de comparaiſon doit être avant l'expérience un peu au-deſſous de celle de l'air du lieu, & il eſt très-important que dans divers eſſais cette différence ne varie pas.

4°. Il faut introduire très-promptement le vaiſſeau qui contient les gaz dans la ſubſtance qui ſert de terme de comparaiſon ; & dans différentes expériences, le tems néceſſaire à cette introduction doit être égal.

5°. Il eſt néceſſaire que les gaz & le liquide qui ſert de terme de comparaiſon acquièrent promptement une *température* uniforme, & qu'au contraire cette dernière ſubſtance ſe refroidiſſe très-lentement.

6°. Si l'on se sert d'un vaisseau de cuivre pour contenir les gaz, il faut préalablement déterminer sa *capacité pour admettre le calorique entre ses molécules*, & déduire de l'augmentation de *température* de la substance qui sert de terme de comparaison celle qui est occasionnée par le vaisseau : il est de même nécessaire de déterminer la *capacité* du vase dans lequel on plonge les gaz, & d'ajouter au poids de la substance qui sert de terme de comparaison celui qui est représenté par ce vaisseau.

7°. Afin d'augmenter les différences entre les quantités de *calorique* communiqué à la substance qui sert de terme de comparaison, il est nécessaire d'élever les gaz à une haute *température*. Il ne faut pas cependant étendre trop loin ce principe, parce qu'alors une partie de la substance qui sert de terme de comparaison se vaporiseroit pendant l'immersion. Les expériences du docteur Crawford prouvent qu'en général on peut élever avec avantage la *température* des gaz jusqu'au degré où l'eau se vaporise.

8°. Dans différentes expériences le thermomètre ne doit point changer de position.

9°. L'augmentation de *température* de la

ſubſtance qui ſert de terme de comparaiſon étant très-foible, il eſt néceſſaire que la *température* de l'air du lieu ſoit permanente pendant tout le tems de l'opération ; il faut donc échauffer les gaz dans un endroit écarté, ne les apporter qu'au moment de l'expérience, n'avoir ni feu, ni lumière dans la chambre où l'on opère, & être en très-petit nombre.

10°. Il ne faut pas, pour élever la *température* des gaz, plonger dans l'eau le vaiſſeau qui les contient, mais bien dans un autre vaſe qui doit être échauffé par un bain-marie. Si l'on ne prenoit pas cette précaution, l'eau adhérente à l'extérieur du vaiſſeau produiroit dans l'expérience une inexactitude très-conſidérable.

11°. Si pour introduire les gaz dans le vaiſſeau qui doit les contenir on le rempliſſoit préalablement d'eau, il en reſteroit une certaine quantité dans ſon intérieur, & cette portion pourroit produire des erreurs très-conſidérables dans les réſultats ; il faut donc ſe ſervir pour cette introduction de la machine pneumatique. Mais le vide n'étant jamais complet, il eſt néceſſaire de l'amener au même degré dans différens eſſais.

12°. Lorſque les gaz ſont élevés à la *température* deſirée, il faut tranſporter le vaiſſeau qui

les contient dans le vaſe qui renferme la ſubſtance dont on ſe ſert pour terme de comparaiſon ; en paſſant ainſi au travers de l'atmoſphère, les gaz & le vaiſſeau qui les renferme perdent une partie de leur *calorique ;* il faut donc déterminer cette quantité ; mais cette détermination eſt toujours très-arbitraire, & il eſt même impoſſible de la rendre exacte.

13°. Pour éviter en partie l'erreur occaſionnée par la quantité de *calorique* communiqué à l'atmoſphère après l'introduction du vaiſſeau qui contient les gaz, il faut recouvrir tout l'appareil avec de la flanelle.

14°. Pour amener promptement toutes les molécules de la ſubſtance qui ſert de terme de comparaiſon à une *température* uniforme, il faut l'agiter légèrement ; mais pendant ce tems elle communique à l'atmoſphère une certaine quantité de *calorique ;* il eſt vrai qu'on peut éviter en partie cette ſource d'erreur en l'agitant ſans la découvrir ; mais malgré cette précaution il exiſte toujours une perte dont la détermination eſt très-arbitraire.

15°. Comme la peſanteur ſpécifique des gaz eſt bien moins grande que celle de toutes les ſubſtances qui peuvent ſervir de terme de comparaiſon, & qu'il faut, ainſi que nous l'avons

obſervé ci-deſſus, employer des volumes égaux, l'augmentation de *température* occaſionnée par la quantité de *calorique* communiqué par les gaz eſt toujours très-peu ſenſible. Il eſt cependant évident que cette augmentation dépend en grande partie de la *capacité* de la ſubſtance qui ſert de terme de comparaiſon. La *capacité* de l'huile étant à celle de l'eau comme 1 eſt à 2, on peut s'en ſervir pour terme de comparaiſon, & alors l'augmentation de *température* eſt plus conſidérable; il paroît cependant, d'après les expériences du docteur Crawford, que cette augmentation ne ſuit pas le même rapport; cette différence provient ou de ce que ce rapport n'eſt point exact, ou des ſources d'erreurs ci-deſſus décrites : il faut d'ailleurs obſerver que l'huile acquiert une *température* uniforme bien plus lentement que l'eau.

16°. Pour déterminer exactement la *capacité* des gaz, il faudroit les obtenir parfaitement purs; mais comme il eſt impoſſible, quant à préſent, de remplir cette condition, les corrections qu'on peut faire à ce ſujet ne peuvent être conſidérées que comme des à peu près qui dépendent de données inconnues.

17°. Il eſt encore néceſſaire de connoître la peſanteur ſpécifique des gaz; mais cette dé-

termination dépend de leur degré de pureté; elle eſt conſéquemment très-variable.

18°. Il faut en outre prendre toutes les précautions & faire toutes les corrections qui ſont indiquées dans le premier chapitre de cette ſeconde partie.

CHAPITRE QUATRIÈME.

Capacités *de différens fluides élaſtiques permanens déterminées par le docteur Crawford, & comparées à celle de l'eau priſe pour unité.*

Le docteur Crawford ayant beſoin de thermomètre dont les réſultats correſpondiſſent parfaitement les uns avec les autres, parvint au bout de pluſieurs mois à en conſtruire quatre dont chaque degré étoit diviſé en 50 parties, & qui, dans toute la longueur de l'échelle de Farhenheit, ne différoient pas de $\frac{2}{10}$ de degré. Mais malheureuſement il n'employa dans chaque expérience que 32 pouces cubes de gaz; & d'ailleurs il nous eſt impoſſible de diſſimuler que quelques-unes ont été faites dans des circonſtances très-défavorables; ſes robinets étant trop minces pour fermer exactement, le gaz azote & l'air vital ſe changeoient pendant l'opération en air commun (le gaz azote éprouvoit un change-

ment plus considérable ou en raison de sa densité, ou en raison de sa plus grande dilatabilité, depuis le 60e jusqu'au 80e degré). Il est vrai que s'étant apperçu de cette source d'erreur, il répéta plusieurs autres expériences en prenant des précautions pour la corriger; mais il lui restoit encore à surmonter de bien plus grands obstacles d'autant plus sensibles, qu'il n'employoit qu'une très-petite quantité de gaz; nous pouvons comprendre parmi ces obstacles leur parfaite dessication ou du moins leur dessication comparable; la grande difficulté de les obtenir parfaitement purs, & conséquemment de déterminer avec exactitude leur pesanteur spécifique; l'évaluation très-arbitraire de la quantité de *calorique* perdue pendant le passage dans l'atmosphère du vaisseau qui contenoit les gaz; l'impossibilité d'élever leur *température* au-dessus du 80e degré en se servant d'un bain-marie, & conséquemment la nécessité de n'employer qu'une très-courte échelle; la foible augmentation de *température* des 20 onces d'eau employées pour servir de terme de comparaison, augmentation qui ne montoit guère qu'à $\frac{2}{10}$ de degré de l'échelle de Farhenheit; & enfin toutes les précautions & les corrections indispensables ci-dessus indiquées.

Ces raiſons ſont bien ſuffiſantes pour faire ſoupçonner que les expériences du docteur Crawford ne peuvent point ſervir de baſe pour la détermination des *capacités* des gaz, & que ſa méthode eſt défectueuſe malgré qu'il l'ait perfectionnée autant qu'il eſt poſſible de le faire.

Capacités *de différens gaz comparées à celle de l'eau priſe pour unité & déterminées par le docteur Crawford.*

Eau,	1,0000
Gaz azote,	0,7936
Gaz acide carbonique,	1,0454
Air atmoſphérique,	1,7900
Air vital,	4,7490
Gaz hydrogène,	21,4000

La méthode qu'emploient MM. Lavoiſier & de Laplace pour déterminer la *capacité* des gaz exige beaucoup moins de corrections que celle du docteur Crawford, & fournit de plus l'avantage d'opérer ſur de grandes quantités; elle eſt donc préférable ſous ce double point de vue; ſon utilité eſt d'ailleurs plus étendue & plus réelle. Il faut cependant convenir

qu'elle ne présentera des résultats parfaitement exacts & des bases fixes relativement aux *capacités* des gaz, que quand on en possédera de très-purs, qu'on pourra les dessécher complettement ou du moins d'une manière comparable, & qu'enfin on aura déterminé leur pesanteur spécifique avec beaucoup de précision.

CHAPITRE CINQUIÈME.

Comparaison entre les capacités *de différens corps avant & après leur combustion ou leur oxidation.*

Le docteur Crawford a mêlé avec de l'eau plusieurs métaux & plusieurs oxides minéraux, & a déterminé de cette manière leur *capacité*.

Lorsqu'il vouloit enlever de l'*air* aux oxides dont il se servoit, il versoit dessus de l'acide nitrique, & exposoit le mélange à une *chaleur rouge* ; il suivit en cela l'exemple de Schéele (*a*).

(*a*) Je ne sais quelle est dans cette circonstance l'acception que donne le docteur Crawford au mot *air*; ce qu'il y a de certain, c'est qu'il ne peut être syno-

Voici le résultat des expériences qu'il a faites sur ce sujet.

Eau.....................	1,00000
Oxide d'antimoine blanc par le nitre (antimoine diaphorétique).....	0,22727

---

nime que des termes *air vital* & *air atmosphérique*, puisqu'il est reconnu que combinés avec d'autres gaz, les oxides changent de nature & doivent être regardés comme de véritables sels. (Il faut cependant excepter le gaz hydrogène & le gaz ammoniacal. Aucune expérience ne prouve que le premier puisse se combiner avec les oxides minéraux ; & leur union avec le gaz ammoniacal forme de nouveaux composés qui doivent être rangés dans une classe séparée.)

Si donc le docteur Crawford avoit dessein d'enlever de l'oxigène à ses oxides, sa méthode ne pouvoit servir tout au plus que pour ceux qui sont décomposés par la chaleur rouge, & alors l'addition de l'acide nitrique étoit superflue. Quant aux oxides qui ne sont point décomposés par la chaleur rouge, l'addition de l'acide nitrique ne pouvoit que les oxider davantage. Il est vrai qu'en croyant employer des oxides purs, on en emploie quelquefois qui contiennent des carbonates métalliques ; l'acide carbonique est alors dégagé par l'acide nitrique ; mais cette nouvelle addition & l'exposition des mélanges à une chaleur rouge, font retomber dans de nouveaux inconvéniens, car alors on ajoute de l'oxigène à certains oxides, & on en enlève à d'autres.

Même

Même oxide, après avoir versé dessus de l'acide nitrique & avoir exposé le mélange à une chaleur rouge	0,16666
Antimoine	0,06451
Oxide jaune de plomb, après l'avoir humecté avec de l'acide nitrique & avoir exposé le mélange à une chaleur rouge (*a*)	0,06802
Plomb	0,03520
Oxide blanc d'étain	0,10869
Même oxide, après avoir versé dessus de l'acide nitrique & avoir exposé le mélange à une chaleur rouge . . .	0,09909
Etain	0,07042
Rouille de fer (*b*)	0,25000
Rouille de fer après l'avoir humec-	

(*a*) Les *capacités* de l'oxide rouge & de l'oxide jaune de plomb ne diffèrent pas sensiblement.

(*b*) La rouille de fer est un véritable sel, & presque tous les oxides pour peu qu'ils aient été exposés quelque tems à l'atmosphère, se changent en partie en carbonate; il y a donc tout lieu de présumer que les expériences dans lesquelles le docteur Crawford ne s'est point servi d'acide nitrique, ne présentent pas des résultats applicables aux oxides parfaitement purs.

tée avec de l'acide nitrique & avoir exposé le mélange à une chaleur rouge 0,16666

Fer. 0,12696

Oxide de cuivre précipité d'une dissolution de sulfate de cuivre par un alkali, & exposé ensuite avec de l'acide nitrique à une chaleur rouge. . 0,22727

Cuivre rouge. 0,11111

Cuivre jaune. 0,11235

Oxide de zinc précipité d'une dissolution de sulfate de zinc par un alkali & exposé ensuite avec de l'acide nitreux à une chaleur rouge. 0,13698

Zinc. 0,09433

Ces expériences sont malheureusement pour nous d'une utilité bien bornée, puisque même en les supposant parfaitement exactes & faites avec des oxides entièrement purs, leur résultat ne peut servir de base faute d'avoir indiqué le degré d'oxidation de chaque oxide (*a*).

(*a*) La *capacité* des oxides variant sans cesse, il faudroit la déterminer à chaque degré d'oxidation; mais cette condition exige la possibilité d'oxigéner les métaux à volonté & d'indiquer des marques invariables

Le docteur Crawford annonce encore que la *capacité* de l'alcohol eſt moindre que celle de l'eau, & que la *capacité* du carbonate de chaux eſt plus grande que celle de la chaux vive : il s'eſt ſervi d'alcohol pour déterminer la *capacité* de cette dernière ſubſtance.

Les expériences de M. Kirwan ſemblent prouver que depuis le terme de la congellation de l'eau juſqu'à celui de ſon ébullition les *capacités* du ſoufre, de l'acide ſulfureux, de l'ammoniaque, de l'acide nitreux & de l'acide ſulfurique concentré ſont reſpectivement moins grandes que celles de l'acide ſulfurique, du carbonate d'ammoniaque, de l'acide nitrique & de l'acide ſulfurique alongé d'eau.

Le docteur Crawford conclut en général de ces différentes expériences, 1°. que la *capacité* des corps combuſtibles eſt augmentée par l'oxigénation ; 2°. que l'union de l'acide carbonique & de l'eau avec certains corps augmente leur *capacité* ; 3°. enfin, que cette augmentation de *capacité* eſt en quelque façon proportionnelle

---

propres à caractériſer chaque degré d'oxidation. Ne poſſédant aucuns de ces moyens, les expériences faites ſur différens oxides ne peuvent jamais être comparables entr'elles.

dans chaque corps à la quantité d'eau, d'acide carbonique & d'oxigène qu'il contient.

Nous devons d'abord obſerver que les expériences qui tendent à prouver l'augmentation de *capacité* par l'addition de l'eau ou de l'acide carbonique ſont très-peu nombreuſes, & qu'il faudroit les multiplier conſidérablement pour tirer de cette augmentation une concluſion générale.

Examinons maintenant ſur quels faits ſont fondés les deux autres principes préſentés par le docteur Crawford, ſavoir, que la combuſtion augmente la *capacité* des corps combuſtibles, & que cette augmentation eſt en quelque façon proportionnelle à la quantité d'oxigène abſorbé.

Il pourroit ſe faire que la première de ces concluſions fût vraie, mais les faits ne ſont point encore aſſez accumulés pour la préſenter comme une vérité fondamentale ; n'eſt-il pas poſſible en effet qu'en les multipliant on rencontre un très-grand nombre d'anomalies ? Quant à la ſeconde, elle eſt fondée ſur la ſuppoſition qu'en humectant les oxides avec de l'acide nitrique & expoſant le mélange à une *chaleur rouge* on leur enlève de l'*air*, ou, ce qui revient au même, on les déſoxide.

Mais comme il eſt au contraire très-conſtant que cette opération ne pouvoit qu'oxigéner davantage les oxides dont s'eſt ſervi le docteur Crawford, parce qu'ils ne ſont pas décompoſables par leur expoſition à une *chaleur rouge*, les réſultats rapportés dans la table précédente contrediſent le principe général énoncé par le docteur Crawford, *que l'augmentation de capacité eſt proportionnelle à l'accroiſſement d'oxidation.*

Nous ne pouvons donc tirer de ces différentes expériences que les concluſions ſuivantes ; 1°. la *capacité* de certains corps combuſtibles eſt reſpectivement moins grande que celle de leurs oxides oxigénés juſqu'à certains degrés ; 2°. paſſé ces degrés, leur *capacité* diminue par l'addition d'une nouvelle quantité d'oxigène.

Quant aux autres expériences, elles ne peuvent être conſidérées que comme des faits intéreſſans dont on ne peut, quant à préſent, tirer aucune conſéquence.

Le docteur Crawford a fait encore beaucoup d'autres expériences qui peuvent ſervir à déterminer avec un certain degré d'exactitude la *capacité* du bois, du charbon & de leurs cendres.

Eau,	1,00000
Bois de pin,	0,50000

Charbon,	0,26315
Cendres du même charbon,	0,09090
Cendres d'orme,	0,14025
Charbon de terre,	0,27777
Fraisil,	0,19230
Cendres de Fraisil,	0,18552

Pour déterminer la *capacité* de ces substances, le docteur Crawford les réduisit en poudre très-fine, les échauffa dans un vaisseau de fer étamé, versa dessus l'eau froide, & prit en outre toutes les précautions ci-dessus indiquées.

Ces dernières expériences, en les supposant même parfaitement exactes, ne peuvent pas non plus servir de base; car la *capacité* des bois dépend de leur degré de végétation, celle des charbons dépend de leur formation plus ou moins complette, & nous ne pouvons pas indiquer ces différens degrés.

Le docteur Crawford conclut encore de quelques réductions d'oxides par le gaz hydrogène, & de plusieurs autres expériences, que la *capacité* des corps diminue par leur combinaison avec l'hydrogène; il appuie principalement cette conclusion sur une opinion particulière, savoir, *que l'acide sulfurique ne devient acide sulfureux qu'en absorbant du gaz hydrogène;* mais il est

maintenant bien démontré qu'il ſuffit d'enlever de l'oxigène à l'acide ſulfurique pour en faire de l'acide ſulfureux, & que l'hydrogène ne contribue en rien à ce changement. Les expériences du docteur Crawford prouvent, à la vérité, 1°. que la *capacité* du gaz oxigène eſt diminuée par ſa combinaiſon avec le gaz hydrogène ; 2°. que celle du ſang artériel eſt pareillement diminuée par ſa combinaiſon avec ce principe : mais le nombre de ces faits n'eſt point encore aſſez conſidérable pour en tirer une conſéquence générale.

CHAPITRE SIXIÈME.

Obſervations ſur la détermination du zéro réel.

La ſolution de ce problême ſe réduit à déterminer le rapport exiſtant entre la quantité de *calorique* interpoſé entre les molécules d'un corps à une *température* quelconque, & celle qu'il faut lui communiquer pour l'augmenter d'un degré.

Je prie d'obſerver que je ne parle point du tout ici du *calorique* qui peut être combiné avec les molécules ; nous avons vu ci-deſſus qu'il n'influoit en rien ſur la *température* ; le zéro réel n'annonce donc pas une privation totale

de *calorique ſpécifique*, mais tout au plus une privation totale de *calorique interpoſé*. En effet, la *température* dépendant immédiatement des eſpaces qui exiſtent entre les molécules, la *température* eſt nulle lorſqu'elles ſe touchent en tous ſens; on ne peut cependant pas conclure qu'un corps dont la *température* eſt nulle ne contient pas du tout de *calorique*, car il eſt poſſible qu'il en entre une certaine quantité dans la compoſition de chaque molécule; d'où nous pouvons tirer une première concluſion générale : *le zéro réel n'indique que l'état d'un corps qui ſeroit preſque totalement privé de ſon* calorique interpoſé.

Ce premier énoncé nous conduit immédiatement à pluſieurs autres conſéquences très-intéreſſantes.

1°. *Si les* capacités *ne ſont pas permanentes tant que les corps ne changent pas d'état, la détermination du zéro réel ſera toujours inexacte.*

2°. On ne peut déduire le zéro réel que de la comparaiſon des *capacités* d'un même corps avant & après ſon changement d'état.

3°. Le mélange des ſubſtances qui ne s'échauffent mutuellement qu'en vertu de leur excès de *température*, & dont conſéquemment

les *capacités* ne changent pas, ne peut servir à déterminer le zéro réel.

4°. Si pendant un changement quelconque les molécules absorbent ou communiquent du *calorique*, la détermination du zéro réel déduite de cette expérience ne sera point exacte.

5°. Enfin, & par une conséquence qui dérive immédiatement des précédentes, si les déterminations du zéro réel déduites d'un très-grand nombre d'expériences analogues ne diffèrent pas sensiblement, nous pourrons conclure, 1°. que le *calorique* ne se combine pas avec les molécules des corps, & conséquemment que l'absorption ou la communication du *calorique* pendant les changemens d'état ne proviennent que d'une augmentation ou diminution de *capacité*; 2°. que les *capacités* sont permanentes à toutes les *températures* tant que les corps ne changent pas d'état; 3°. enfin, que les *capacités* sont proportionnelles au *calorique spécifique*. Si au contraire ces déterminations ne sont pas constantes, nous pourrons conclure que ces énoncés ne sont pas exacts, ou du moins qu'ils n'existent pas tous les trois à la fois.

Nous devons donc, pour arriver à ces dernières conclusions, rapprocher les expériences

dans lesquelles la *température* observée diffère essentiellement de celle qui est indiquée par le calcul, & voir s'il existe une certaine coïncidence entre les déterminations du zéro réel déduites de leurs résultats ; ainsi, la combustion du gaz hydrogène, du phosphore, du carbone, du soufre, & en général toutes les combustions & les oxidations, le mélange de l'eau avec l'acide sulfurique, le gaz ammoniacal, le muriate de soude, le nitrate de potasse, la chaux vive, & généralement toutes les combinaisons dans lesquelles la *température* diffère de la moyenne arithmétique, & enfin, la comparaison des *capacités* d'un même corps avant & près l'un de ses changemens d'état, peuvent servir à cet objet.

Rapprochons donc quelques expériences de ce genre, & voyons si les déterminations du zéro réel qu'on en peut déduire ont entr'elles une certaine coïncidence.

Je rapporterai d'abord l'expérience du docteur Crawford; elle pourra nous servir d'exemple pour un grand nombre des corrections ci-dessus indiquées; je ferai connoître ensuite celles de MM. Lavoisier & de Laplace.

§. I.

Expérience faite par le docteur Crawford pour déterminer le zéro réel.

Le docteur Crawford regardant comme des vérités démontrées, 1°. que les *capacités* sont permanentes tant que les corps ne changent pas d'état; 2°. que le *calorique* ne se combine point avec les molécules des corps, & conséquemment que pendant les changemens d'état l'absorption ou la communication du *calorique* ne provient que d'un changement de *capacité*; 3°. enfin, que le *calorique spécifique* est proportionnel aux *capacités*, se sert du raisonnement suivant pour tenter de déterminer le zéro réel.

Désignons par la lettre A un corps quelconque avant son changement d'état, & par la lettre B ce même corps lorsqu'il a subi ce changement. Si l'on connoît la *capacité* de A & celle de B, & si l'on sait de combien de degrés la quantité de *calorique* dégagé pendant le changement peut élever la *température* de A, on déterminera par une simple règle de trois, de combien la quantité de *calorique* que contient

B peut élever la *température* de A, & la ſomme de ces deux nombres repréſentera en degrés du thermomètre la quantité de *calorique* que contient le corps A. Si, par exemple, la *capacité* de A eſt repréſentée par le nombre 6, & celle de B par le nombre 1, & ſi la quantité de *calorique* dégagé pendant le changement d'état peut élever la *température* de A de 500 degrés, il faudra dire, pour ſavoir de combien de degrés la quantité de *calorique* que contient B peut élever la *température* de A, 6 — 1 : 500 : : 1 : 100 ; & ajoutant 100 à 500, nous aurons le nombre 600, qui repréſentera en degrés du thermomètre la quantité de *calorique* que contient A, & qui conſéquemment indiquera le véritable zéro réel.

Cette manière de raiſonner ſeroit excellente ſi en effet le *calorique* ne ſe combinoit point avec les molécules, ſi les *capacités* étoient permanentes tant que les corps ne changent pas d'état, & ſi les dilatations du mercure étoient proportionnelles aux augmentations de *calorique* dans toute la longueur de l'échelle. Mais nous ſerons bientôt en état de démontrer que ces énoncés ne ſont que des ſuppoſitions.

1°. Le docteur Crawford fit détonner dans un vaiſſeau de cuivre entouré de 16,33 onces

d'eau, 11 onces mesures (17,69 pouces cubes françois) d'un mélange de gaz hydrogène & d'air vital dans le rapport de 2 à 1 (*a*).

Les *capacités* réunies de ce vaisseau & de celui qui contenoit l'eau étoient telles, qu'elles communiquoient ou recevoient autant de *calorique* que . . . . 4,187 onc. d'eau.

Ajoutant les 16,330

On a . . . . 20,517 onces pour la quantité d'eau qu'on est censé avoir employé dans cette expérience.

Le moyen résultat de cette détonnation souvent répétée par le docteur Crawford, fut pour l'augmentation de *température* de ces 20,517 onces d'eau, de 1,0667 degrés.

2°. La pesanteur spécifique du gaz hydrogène étant, suivant le docteur Crawford, à celle de l'air vital comme 1 : 12,1 ; & leur mélange étant dans le rapport de 2 à 1, le poids

---

(*a*) Le volume du vaisseau dans lequel se fit la détonnation étoit à peu près de 16,3 onces mesures ; mais comme il n'est pas possible de faire un vide parfait, le docteur Crawford ne put employer dans chaque expérience que 11 onces mesures du mélange : tout l'appareil étoit entouré de flanelle.

du premier étoit à celui du second comme 2 : 12,1, ou comme 1 : 6,05 (*a*).

La pesanteur spécifique du composé étoit donc à celle d'un égal volume de gaz hydrogène comme 4,7 : 1 (*b*).

Mais la pesanteur spécifique du gaz hydrogène est, suivant le docteur Crawford, à celle d'un égal volume d'eau comme 1 est à 9960; il en résulte que la pesanteur spécifique du mélange étoit à celle d'un égal volume d'eau comme 1 : 2119 (*c*).

(*a*) On doit toujours observer que le rapport entre les pesanteurs spécifiques des gaz est très-variable, & qu'il dépend de leur degré de pureté & de leur dessication plus ou moins complette.

(*b*) Supposons qu'on prenne un pied cube d'air vital & qu'il pèse 12,1 onces; les deux pieds cubes de gaz hydrogène pèseront 2 onces, & conséquemment le poids du mélange sera de 14,1 onces.

Mais dans cette supposition, trois pieds cubes de gaz hydrogène pèseront trois onces, & conséquemment la pesanteur spécifique d'un mélange d'un pied cube d'air vital & de deux de gaz hydrogène sera à celle d'un égal volume de gaz hydrogène comme...... 14,1 : 3

ou comme.............................. $\frac{14,1}{3} : 1$

ou enfin comme.............................. 4,7 : 1

(*c*) En divisant 9960 par 4,7, on a au quotient

3°. La *capacité* de l'air vital, d'après les résultats rapportés dans le chapitre précédent, est à celle d'un égal poids d'eau comme 4,749 : 1, & celle du gaz hydrogène est à celle d'un égal poids d'eau comme 21,4 : 1; la *capacité* d'un poids quelconque du mélange étoit donc à celle d'un égal poids d'eau comme 7,11 : 1 (*a*).

4°. Le volume du mélange des deux gaz étoit à celui de l'eau comme 11 : 20,517 : mais nous venons de démontrer qu'à volume

---

2119 pour la pesanteur spécifique de l'eau comparativement à celle d'un égal volume du mélange pris pour unité.

(*a*) En supposant toujours qu'un pied cube d'air vital pèse 12,1 onces, & conséquemment que deux pieds cubes de gaz hydrogène pèsent 2 onces, la *capacité* des 12,1 onces d'air vital sera à celle d'un égal poids d'eau comme....... $12{,}1 \times 4{,}749 : 12{,}1 \times 1$

Et celle des 2 onces de gaz hydrogène sera à un égal poids d'eau comme....... $2 \times 21{,}4 : 2 \times 1$

Et conséquemment la *capacité* du mélange sera à un égal poids d'eau comme.... $57{,}462 + 42{,}8 : 12{,}1 + 2$

Ou comme............ $100{,}262 : 14{,}1$

Ou comme............ $\frac{100{,}262}{14{,}1} : 1$

Ou enfin comme....... $7{,}11 : 1$

égal la pesanteur spécifique du mélange étoit à celle de l'eau comme 1 : 2119 ; il en résulte que la pesanteur spécifique des 11 onces mesures du mélange étoit à celle des 20,517 onces d'eau comme 1 : 3952 (*a*).

5°. Nous avons vu ci-dessus qu'à poids égal la *capacité* du mélange étoit à celle de l'eau comme 7,11 : 1 ; il en résulte que la *capacité* des 11 onces mesures du mélange étoit à celle des 20,517 onces d'eau comme $\frac{3952}{7,11}$: 1, ou environ comme 556 : 1.

6°. Mais la *température* des 20,517 onces d'eau fut élevée par la détonnation des 11 onces mesures du mélange de 1,0667 degrés ; nous pouvons en conclure que la même quantité de *calorique* auroit élevé la *température* des 11 onces mesures du mélange

(*a*) La pesanteur spécifique des 11 onces mesures du mélange étoit à celle des 20,517
onces d'eau comme.......... 11 × 1 : 2119 × 20,517
Ou comme.............. 11 : 43475,523
Ou comme.............. 1 : $\frac{43475,523}{11}$
Ou enfin comme......... 1 : 3952

de

de *556* × 1,0667, ou de *593* degrés à peu près (*a*).

(*a*) Les rapports que nous venons d'établir ſont difficiles à ſaiſir, parce que les uns ſont fondés ſur l'égalité de volume & les autres ſur l'égalité de poids; les peſanteurs ſpécifiques ſont dans le premier cas, & les *capacités* ſont dans le ſecond. Dans la vue de faciliter l'intelligence de la marche que nous avons ſuivie pour arriver à notre dernière concluſion, qui indique que la même quantité de *calorique* qui élève la *température* de 20,517 onces d'eau de 1,0667 degrés peut élever celle de 11 onces meſures du mélange de *593*, je dois rapprocher les conſéquences qui nous y ont conduit.

1°. La peſanteur ſpécifique du mélange étoit à celle d'un égal volume d'eau comme 1 : 2119; mais les volumes du mélange & de l'eau étoient dans le rapport de 11 à 20,517, & conſéquemment la peſanteur ſpécifique des 11 onces meſures du mélange étoit à celle d'un égal poids d'eau comme 1 : 3952.

2°. La *capacité* du mélange étoit à celle d'un égal poids d'eau comme 7,11 : 1; mais les poids du mélange & de l'eau étoient dans le rapport de 1 : 3952, & conſéquemment la *capacité* des 11 onces meſures du mélange étoit à celle des 20,517 onces d'eau comme 556 : 1; ainſi, la même quantité de *calorique* qui élevoit la *température* des 20,517 onces d'eau de 1,0667 degrés, auroit élevé celle des 11 onces meſures du mélange de 593.

Le dégagement du *calorique* pendant cette expérience ne provenant, ſuivant le docteur Crawford, que de la différence qui exiſte entre la *capacité* du mélange & celle de l'eau formée, il conclut que la quantité de *calorique* que contenoit ce dernier liquide pouvoit élever celle des 11 onces meſures du mélange de 97 degrés; car 7,11 — 1 : 593 :: 1 : 97.

Je n'ai pas beſoin d'obſerver que ce calcul eſt entièrement fondé ſur la ſuppoſition que les molécules du gaz hydrogène & de l'air vital ne contiennent pas de *calorique*, ou du moins qu'elles en contiennent la même quantité que lorſqu'elles conſtituent le liquide que nous nommons eau.

Je vais très-inceſſamment prouver, par un rapprochement de réſultats exacts, que cette ſuppoſition eſt très-hypothétique.

Quoi qu'il en ſoit, le zéro réel déduit de cette expérience eſt à 680 degrés au-deſſous de celui qui eſt marqué ſur le thermomètre; car 97 + 593 = 690, ſur quoi il faut ôter 10 degrés pour la *température* à laquelle l'expérience a été faite.

Rapprochons de cette détermination celles qui dérivent des expériences de MM. Lavoiſier & de Laplace, afin de voir s'il exiſte entr'elles quelqu'uniformité.

Je vais d'abord présenter les expériences de MM. Lavoisier & de Laplace, & je rapporterai ensuite les résultats plus récens de M. Lavoisier.

§. II.

Expériences faites par MM. Lavoisier & de Laplace, pour déterminer le zéro réel.

Je dois observer que les déterminations que je vais présenter sont de même que celles du docteur Crawford, fondées sur les suppositions que les *capacités* sont permanentes & que le *calorique* dégagé ou absorbé pendant un changement d'état quelconque ne provient que d'un changement de *capacité*; ces physiciens savoient très-bien en entreprenant ces recherches, que ces premières données étoient pour le moins très-hypothétiques; mais comme la réalisation de ces suppositions dépend de la coïncidence d'un très-grand nombre de résultats, voyons si nous pourrons tirer quelque lumière de leur rapprochement.

D'après ces expériences, un mélange d'eau & de chaux vive dans le rapport de 9 à 16, fixe le zéro réel à 1537,8 degrés au-dessous

du zéro thermométral, ci..... 1537 deg.

Un mélange d'acide sulfurique & d'eau dans le rapport de 4 à 3, le fixe à.................. 3241,9

Le même mélange dans le rapport de 4 à 5, le fixe à...... 1169,1

Un mélange d'acide nitreux & de chaux dans le rapport de $9\frac{1}{3}$ à 1, le fixe à................ $\frac{1889}{-0{,}01783}$

La comparaison des *capacités* de l'eau & de la glace qui, suivant les expériences de M. Kirwan, sont dans le rapport de 1 à 0,9, fixe le zéro réel à........... 600

La quatrième détermination étant négative, prouveroit, ainsi que l'observent MM. Lavoisier & de Laplace, la fausseté des hypothèses dont ils sont partis, si la détermination des *capacités* étoit rigoureusement exacte.

Le peu d'accord qui existe entre ces cinq résultats paroît renverser les suppositions sur lesquelles ils sont fondés. MM. Lavoisier & de Laplace observent, à la vérité, qu'une altération très-peu considérable, & tout au plus d'$\frac{1}{40}$ dans les valeurs des *capacités*, suffit pour

faire coïncider les résultats ; & ils ajoutent qu'ils ne peuvent pas répondre qu'une erreur aussi petite ne s'est pas glissée dans leurs expériences.

Ne pouvant donc pas tirer des conséquences très-directes de ces résultats, rapprochons les expériences publiées par M. Lavoisier dans son Abrégé de Chimie, & voyons les conséquences qu'on en peut déduire.

§. III.

Déterminations du zéro réel déduites des expériences de M. Lavoisier.

Le but de M. Lavoisier en entreprenant le travail que je vais présenter, a été principalement, 1°. de déterminer à très-peu de chose près la quantité de *calorique* que contient l'air vital ; 2°. de prouver que l'eau même à l'état de glace, contient encore beaucoup de *calorique*, & que l'air vital en conserve une quantité très-considérable en se combinant avec le gaz hydrogène.

Ayant essayé de déterminer les quantités de glace qui se fondent pendant la combustion du phosphore, du charbon & de l'hydrogène,

MM. Lavoisier & de Laplace avoient obtenu les résultats suivans :

Pour la combustion d'une livre de phosphore . . . . 100 liv. de glace.

Pour la combustion d'une livre de carbone . . . . 96 8 onc.

Pour la combustion d'une liv. de gaz hydrogène . . . . . 295 9 gros 3 ½ g.

« La substance qui se forme par la combus-
» tion du phosphore étant un acide concret,
» il est probable, observe M. Lavoisier, qu'il
» reste très-peu de *calorique* dans cet acide,
» & que par conséquent cette combustion four-
» nit un moyen de connoître à très-peu de
» chose près la quantité de *calorique* contenue
» dans le gaz oxigène. Mais quand on voudroit
» supposer que l'acide phosphorique retient en-
» core une quantité considérable de *calorique*,
» comme le phosphore en contenoit aussi une
» portion avant la combustion, l'erreur ne
» pourroit jamais être que de la différence &
» par conséquent de peu de valeur ».

Voici quels sont ses résultats.

Combuſtion du phoſphore.

Quantité de phoſphore brûlé..	1 liv.	onc.
Quantité d'air vital néceſſaire à la combuſtion................	1	8
Quantité d'acide phoſphorique obtenu......................	2	8

Quantité de *calorique* dégagé pendant la combuſtion d'une livre de phoſphore repréſentée par la quantité de livres de glace qu'elle peut fondre..............	100,00000 liv.
Quantité de *calorique* dégagé de chaque livre d'air vital dans la combuſtion du phoſphore..	66,66667
Quantité de *calorique* qui ſe dégage dans la formation d'une liv. d'acide phoſphorique....	40,00000
Quantité de *calorique* reſté dans chaque livre d'acide phoſphorique.............	0,00000

On ne peut regarder ce dernier énoncé que comme une véritable ſuppoſition.

Combuſtion du carbone.

	liv.	onc.	g.	gra.
Quantité de carbone brûlé...	1	«	«	«
Quantité d'air vital abſorbé pendant la combuſtion.......	2	9	1	10
Quantité de gaz acide carbonique formé................	3.	9.	1.	10

Quantité de *calorique* dégagé pendant la combuſtion d'une livre de carbone.................... liv. de glace. 96,50000

Quantité de *calorique* dégagé de chaque livre d'air vital.... 37,52823

Quantité de *calorique* qui ſe dégage pendant la formation d'une livre de gaz acide carbonique.................... 27,02024

Quantité de *calorique* que conſerve une livre d'air vital dans cette combuſtion.......... 29,13844

Quantité de *calorique* néceſſaire pour porter une livre d'acide carbonique à l'état de gaz.. 20,97960

Combuſtion du gaz hydrogène.

	liv.	onc.	g.	gra.
Quantité de gaz hydrogène brûlé.	1	«	«	«
Quantité d'air vital employé pour la combuſtion.	5	10	5	24
Quantité d'eau formée. . . .	6.	10.	5.	24

	liv. de glace.
Quantité de *calorique* dégagé pendant la combuſtion d'une livre de gaz hydrogène.	295,58950
Quantité de *calorique* dégagé de chaque livre d'air vital. . .	52,16280
Quantité de *calorique* qui ſe dégage pendant la formation d'une livre d'eau.	44,33840
Quantité de *calorique* que conſerve chaque liv. d'air vital dans cette combuſtion.	14,50386
Quantité de *calorique* que conſerve une liv. d'eau à zéro. .	12,32823

Nous devons obſerver que les derniers réſultats de ces trois combuſtions peuvent paroître inexacts en ce qu'ils ſont fondés ſur deux

ſuppoſitions qu'il eſt impoſſible d'admettre; 1°. que dans la combuſtion du phoſphore l'air vital abandonne totalement ſon *calorique ſpécifique*; 2°. que le phoſphore, le gaz hydrogène & le carbone ne contiennent ni *calorique combiné*, ni *calorique interpoſé*. M. Lavoiſier eſt bien éloigné d'admettre ces ſuppoſitions; on ne peut cependant ſe diſſimuler que la rédaction des trois derniers réſultats ci-deſſus énoncés peut induire en erreur ſur le véritable ſens que ce phyſicien a dû néceſſairement y attacher.

Ces expériences n'en ſont pas moins d'une très-grande utilité, en ce qu'elles peuvent jetter un grand jour ſur le degré de confiance qu'on doit avoir dans les principes fondamentaux du docteur Crawford, & qu'on peut en déduire trois conſéquences très-intéreſſantes.

1°. La quantité de *calorique* que contient une livre d'air vital dont la *température* eſt à zéro, peut fondre pour le moins 66,66667 l. de glace.

2°. La quantité de *calorique* que contient une livre de gaz acide carbonique dont la *température* eſt à zéro, peut fondre pour le moins 20,979 livres de glace.

3°. La quantité de *calorique* que contient une

livre d'eau dont la *température* eſt à zéro, peut fondre pour le moins 12,32823 liv. de glace.

Ces conſéquences très-exactes ne ſont que le ſimple énoncé des faits; elles ne déterminent point le *calorique ſpécifique* de l'air vital, de l'eau & du gaz acide carbonique lorſque la *température* de ces ſubſtances eſt à zéro, mais elles prouvent ſeulement qu'il eſt pour le moins aſſez conſidérable pour fondre les quantités de glace ci-deſſus énoncées.

Déduiſons maintenant de chacun de ces réſultats la détermination du zéro réel, & voyons s'il exiſte entr'elles quelque coïncidence.

Détermination du zéro réel déduite de la combuſtion du phoſphore.

Nous avons vu ci deſſus que la quantité de *calorique* qui ſe dégage de chaque livre de gaz oxigène pendant la combuſtion du phoſphore, peut fondre 66,66667 livres de glace, il eſt très-probable que l'oxigène retient encore une certaine quantité de *calorique ;* mais pour ne rien ſuppoſer, nous négligerons cette fraction & nous n'établirons notre calcul que ſur le réſultat de l'expérience.

Si la *capacité* de l'air vital étoit égale à celle

de l'eau, la quantité de *calorique* qui ſe dégage pendant la combuſtion du phoſphore, d'une livre d'air vital, pourroit élever ſa *température* de 4000 degrés; car comme il faut pour fondre une livre de glace une quantité de *calorique* repréſentée par 60 degrés du thermomètre, la quantité qu'il faut pour fondre 66,6667 liv. eſt repréſentée par le nombre 4000.

Mais, ſuivant la table du docteur Crawford, la *capacité* de l'air vital eſt à celle de l'eau comme 4,749 : 1; diviſant donc 4000 par 4,749, on a le nombre 842 : ce calcul nous indique que le zéro réel déduit de cette expérience ſeroit à 842 degrés au-deſſous du zéro qui eſt marqué ſur le thermomètre.

Détermination du zéro réel déduite de la combuſtion du gaz hydrogène.

La quantité de *calorique* qui ſe dégage pendant la formation d'une livre d'eau, fond 44,3384 livres de glace. Il eſt bien certain que cette quantité de *calorique* eſt fournie en partie par l'air vital & en partie par le gaz hydrogène; mais pour nous reſtreindre aux ſimples réſultats, admettons que le gaz hydrogène en ſe liquéfiant ne communique aucune

portion de *calorique ;* admettons même si l'on veut, que le gaz hydrogène ne contient point un atôme de *calorique*, & conséquemment que la quantité de *calorique* dégagé pendant la formation de l'eau provient entièrement de l'air vital.

Il entre dans chaque livre d'eau 13 onces 5 gros d'air vital, & puisque la quantité de *calorique* que contient une livre d'air vital peut fondre pour le moins 66,66667 livres de glace ; il en résulte qu'une livre d'eau dont la *température* est à zéro contient encore assez de *calorique* pour fondre 12,3282 livres de glace.

Cette détermination, qui n'est fondée sur aucune supposition, est beaucoup trop foible, parce que nous négligeons de calculer la quantité de *calorique* que contient le gaz hydrogène, & cependant malgré cette omission, nous allons démontrer que le *zéro réel* qui en dérive est encore au-dessous de celui qui est déterminé par l'expérience du docteur Crawford.

Puisqu'une livre d'eau à zéro contient assez de *calorique* pour fondre 12,32823 livres de glace, & que la quantité de *calorique* nécessaire pour fondre une livre de glace est égale à celle qui élève la *température* d'une livre

d'eau de 60 degrés. 12,32823 × 60 ou 739 repréſente le nombre de degrés dont ſeroit élevée la *température* d'une livre d'eau par la quantité de *calorique* qu'elle contient lorſqu'elle eſt ſur le point de ſe ſolidifier. Le *zéro réel* déduit de cette expérience eſt donc à 739 degrés au-deſſous du zéro qui eſt marqué ſur le thermomètre.

Détermination du zéro réel déduite de la combuſtion du carbone.

Suivant le docteur Crawford, la *capacité* du gaz acide carbonique eſt à celle de l'eau comme 1,0454 : 1 ; & puiſque les expériences de M. Lavoiſier nous indiquent qu'une livre de gaz acide carbonique contient aſſez de *calorique* pour fondre 20,9796 l. de glace (nous négligeons encore dans ce calcul la quantité de *calorique* que contient le carbone), nous pouvons conclure que ſi la *capacité* du gaz acide carbonique étoit égale à celle de l'eau, la quantité de *calorique* qu'il contient lorſque ſa *température* eſt à zéro, pourroit fondre 20,07 livres de glace, car $\frac{20,9796}{1,0454} = 20,07$; multipliant ce dernier nombre par 60, nous avons 1204 pour le nombre

de degrés dont la *température* de l'acide carbonique feroit augmentée par la quantité de *calorique* qu'il contient lorfque fa *température* eft à zéro.

Ce réfultat fixe donc le *zéro réel* à 1204 degrés environ au-deffous du zéro thermométral.

§. I V.

Rapprochement des déterminations du zéro réel déduites des expériences ci-deffus indiquées.

Le zéro réel déduit de la combinaifon de l'eau & de la chaux vive dans le rapport de 9 à 16, eft à 1537 degrés au-deffous du zéro thermométral, ci. . . . . —1537

Mélange d'acide fulfurique & d'eau dans le rapport de 4 à 3 . . . —3241

Même mélange dans le rapport de 4 à 5. . . . . —1169

Mélange d'acide nitreux & de chaux vive dans le rapport de 9 $\frac{1}{3}$ à 1. . . . . $-\frac{1889}{-0,01783}$

Expérience du docteur Crawford, fur la combuftion du gaz hydrogène. . . . . —680

Expérience de M. Lavoisier, sur la même combustion.......... — 739

Expérience de M. Lavoisier, sur la combustion du phosphore.... — 842

Expérience sur la combustion du carbone, par M. Lavoisier..... — 1204

Comparaison des *capacités* de l'eau & de la glace déterminées par M. Kirwan................ — 600

Nous pouvons conclure des différences qui existent entre ces déterminations,

1°. Que le *calorique* obéit aux loix de l'affinité & se combine dans certaines circonstances avec les molécules des corps.

2°. Que les *capacités* ne sont pas permanentes.

3°. Que le *calorique spécifique* n'est point proportionnel aux *capacités*, ou du moins que les trois suppositions suivantes, savoir, la non-combinaison du *calorique* avec les molécules, la permanence des *capacités* tant que les corps ne changent pas d'état, & le rapport proportionnel entre le *calorique spécifique* & les *capacités*, n'existent pas toutes les trois à la fois. Cette dernière conséquence me paroît renverser la théorie du docteur Crawford sur la *chaleur*.

Les

Les déterminations ci-dessus étant déduites d'expériences dans lesquelles il y a dégagement de *calorique combiné*, on pourroit se tromper très-fort en concluant que le zéro réel est au moins à 600 degrés au-dessous du zéro thermométral : il y a lieu de présumer que cette détermination est trop forte, mais rien n'indique encore quelle est la véritable ; il faut pour y parvenir, pouvoir remplir les conditions rapportées au commencement de ce chapitre.

CHAPITRE SEPTIÈME.

Capacité *de la vapeur aqueuse déterminée par le docteur Crawford.*

Le docteur Crawford admettant toujours la non combinaison du *calorique* avec les molécules, la permanence de *capacité* tant que les corps ne changent pas d'état, & le rapport proportionnel entre le *calorique spécifique* & la *capacité*, conclut que la *capacité* de l'eau dont la *température* est de 80 degrés, est à celle de la vapeur aqueuse comme le nombre représentant en degrés du thermomètre la quantité de *calorique* que contient l'eau prête à se

vaporiſer, eſt à ce même nombre plus celui qui repréſente de même en degrés du thermomètre la quantité de *calorique* abſorbé pendant la vaporiſation.

La quantité de *calorique* que contient l'eau lorſque ſa *température* eſt à zéro, pouvant, ſuivant le docteur Crawford, augmenter ſa *température* de 680 degrés, & la quantité de *calorique* que l'eau abſorbe pendant ſa vaporiſation pouvant augmenter ſa *température* de 406 degrés (ainſi qu'il réſulte des expériences de M. Watt), le docteur Crawford conclut que la *capacité* de l'eau eſt à celle de la vapeur aqueuſe comme 680 + 80 : 760 + 406, ou environ comme 1 : 1,55.

Cette détermination étant fondée ſur trois ſuppoſitions, pourroit fort bien ne pas être exacte ; on peut ſe ſervir de l'appareil à la glace pour la vérifier & pour la déterminer en cas que celle du docteur Crawford ſoit éloignée de la vérité.

CHAPITRE HUITIÈME.

Observations sur la respiration, *& expériences qui prouvent que la différence qui existe entre la couleur du sang veineux & celle du sang artériel provient du gaz hydrogène carboné.*

Ce fut M. Lavoisier qui annonça le premier que la *chaleur animale* dépendoit très-probablement de la décomposition de l'air vital; il développa cette idée dans un mémoire lu à l'académie en 1777, & la présenta, sinon comme une vérité démontrée, du moins comme une conjecture très-vraisemblable.

Le docteur Crawford adopta cette opinion, & publia en 1779 un ouvrage intéressant dans lequel il rassembla une suite d'expériences propres à réaliser ce soupçon.

Cette découverte est une des plus importantes de la *physique animale.*

Pour nous mettre en état de la bien saisir, il faut rapprocher quelques-uns des faits dont l'observation ou la découverte est antérieure.

1°. La *température* des animaux qui ont des poumons est plus élevée que celle du milieu

environnant ; ceux au contraire qui ne jouissent pas de cet organe ont à peu près la même *température* que le milieu dans lequel ils vivent.

2°. Parmi les animaux à sang chaud, ceux dont les poumons sont plus considérables relativement à leur volume, ont aussi une plus haute *température*.

3°. La *température* d'un même animal est proportionnelle à la quantité d'air qu'il respire dans un tems donné.

4°. Il est prouvé, par les expériences de M. Lavoisier, que l'air atmosphérique est composé d'un quart environ de gaz azote & de trois quarts d'air vital, que ce dernier fluide peut seul servir à la *respiration*, & que pendant cette opération il se convertit en grande partie en gaz acide carbonique.

On pouvoit donc conjecturer, d'après ces premières données, 1°. que c'est à la respiration qu'est principalement due l'augmentation de *température* des animaux à sang chaud ; 2°. que pendant cette opération l'air vital se change en grande partie en gaz acide carbonique. Mais comment se fait ce changement ? où se trouve le carbone nécessaire à la formation de ce nouveau gaz ? L'air vital n'éprouve-t-il que ce changement ? Telles sont les grandes questions

qu'il falloit résoudre pour arriver à des conclusions directes & dont on trouvera la solution dans la belle expérience que je vais rapporter (*a*).

(*a*) Nous devons observer que M. Lavoisier annonça le premier, que probablement il se forme de l'eau pendant l'acte de la respiration ; ce soupçon est une des belles pensées dont ce célèbre physicien a enrichi les sciences. Voici ce qu'il dit à ce sujet dans un mémoire lu à la société royale de médecine en 1785, & imprimé dans les mémoires de cette société en 1787.

« C'est un fait bien anciennement reconnu, que les » animaux qui respirent ne peuvent vivre qu'un tems » limité dans une quantité donnée d'air de l'atmos- » phère ; bientôt ils y languissent, ils s'y assoupissent ; » ce sommeil, d'abord paisible, est suivi d'une grande » agitation ; la respiration devient pénible, & les ani- » maux meurent dans des mouvemens convulsifs. Ces » accidens se succèdent plus ou moins rapidement, » suivant que la quantité d'air dans laquelle les ani- » maux sont renfermés est plus ou moins grande re- » lativement à leur volume & à celui de leur poumon. » La vigueur de l'animal contribue aussi à prolonger » un peu plus long-tems son existence ; mais en par- » tant d'une proportion commune, on a observé qu'un » homme ne pouvoit pas subsister plus d'une heure » dans un volume d'air de cinq pieds cubes.

» Pour bien connoître le genre d'altération qui ar-

Le ſang, pendant ſa circulation, éprouve un changement remarquable de couleur; lorſqu'il paſſe au travers des veines capillaires, il prend une couleur livide & foncée, & reprend

---

» rive à l'air lorſqu'il a été ainſi reſpiré par les ani-» maux, j'ai introduit un cochon-d'inde ſous une » cloche de criſtal renverſée ſur du mercure; elle » contenoit 248 pouces cubiques d'air vital; je l'y » ai laiſſé pendant une heure & un quart. Au bout » de ce tems, je l'ai retiré de la même manière qu'il » y avoit été introduit, c'eſt-à-dire, en le faiſant » paſſer par le mercure : je ne me ſuis pas apperçu » que ces deux paſſages l'euſſent aucunement incom-» modé.

» Pour rendre les comparaiſons plus faciles, je ſup-» poſerai que la quantité d'air vital dans lequel le » cochon-d'inde a ainſi ſéjourné fut d'un pied cube » ou de 1728 pouces cubiques, & je rapporterai par » calcul les réſultats de ce volume. Lorſque le cochon-» d'inde a été retiré de deſſous la cloche, les 1728 » pouces cubiques d'air vital ſe ſont trouvés réduits à » 1672 $\frac{3}{4}$; il y avoit donc eu une diminution de vo-» lume de 55 pouces $\frac{1}{4}$; il s'étoit formé en même » tems 229 pouces $\frac{1}{2}$ d'air fixe (gaz acide carbonique), » ce dont je me ſuis aſſuré en introduiſant de l'alkali » cauſtique ſous la cloche; enfin, l'air reſtant étoit » encore de l'air vital fort pur.

» En convertiſſant ces volumes en poids, on aura

une belle couleur vermeille lorſqu'il paſſe au travers des poumons.

La découverte de ce changement de couleur a fourni les données néceſſaires à la dé-

---

» pour les quantités d'air reſtant ſous la cloche, après » que l'animal en a été retiré,

	onc.	gr.	gra.
» Air vital,	1	2	1 $\frac{3}{4}$
» Air fixe (gaz acide carbonique),	«	2	15
» Total,	1	4	16 $\frac{3}{4}$

» L'air dans cette expérience a été diminué d'envi- » ron $\frac{1}{32}$ de ſon volume; mais il a augmenté de pe- » ſanteur abſolue, d'où il réſulte évidemment, 1°. que » l'air extrait quelque choſe du poumon pendant l'acte » de la reſpiration; 2°. que la ſubſtance extraite, com- » binée avec l'air vital, forme de l'air fixe (gaz acide » carbonique); or, on ſait qu'il n'y a que la matière » charbonneuſe qui ait cette propriété : l'air, par l'acte » de la reſpiration, extrait donc du poumon une ma- » tière véritablement charbonneuſe.

» Mais il eſt à conſidérer que cette augmentation » de poids qui ne paroît être que de 21,87 grains, » eſt réellement beaucoup plus conſidérable qu'on ne » la croiroit d'abord; en effet, dans l'expérience que » je viens de rapporter, il n'y a eu que 229 $\frac{1}{2}$ d'air » fixe (gaz acide carbonique) formé. Or, d'après des

monstration de la théorie de M. Lavoisier, sur la respiration & sur la *chaleur animale.*

Le docteur Priestley, dans le cours de ses expériences, observa qu'en exposant du sang

---

» résultats très-exacts que j'ai discutés ailleurs, 100 » parties d'air fixe (gaz acide carbonique) en poids » sont composées de 72 parties d'air vital & de 28 » de charbon; ces 229,5 pouces d'air fixe (gaz acide » carbonique) obtenus contenoient donc,

» Air vital,	114,84 grains.
» Charbon,	44,66

» Les 114,84 grains d'air vital reviennent, en pouces » cubes à 229 $\frac{2}{3}$.

» Si donc il n'y avoit eu d'air vital employé qu'à » faire de l'air fixe (gaz acide carbonique), la quantité restante après l'opération auroit dû être de

» 1728 — 229 $\frac{2}{3}$,	1498 $\frac{1}{2}$
» Elle ne s'est trouvée que de	1443 $\frac{2}{3}$
» Déficit,	54 $\frac{2}{3}$

» Il est donc évident qu'indépendamment de la portion d'air vital qui a été convertie en air fixe (gaz » acide carbonique), une portion de celui qui est entré dans le poumon n'en est pas ressorti dans l'état » élastique, & il en résulte qu'il se passe, de deux » choses l'une, pendant l'acte de la respiration, ou

à de l'air vital & à du gaz hydrogène, on opéroit les changemens de couleurs ci-dessus indiqués; en effet, le sang artériel exposé à du gaz hydrogène prend la couleur foncée & livide du sang veineux; & ce dernier, exposé à l'air vital, acquiert la couleur vermeille du sang artériel. Ces phénomènes ont également lieu lorsqu'on interpose une vessie mince entre le sang & le gaz. Le même physicien a prouvé que dans ces expériences l'air vital est vicié

» qu'une portion d'air vital s'unit avec le sang, ou » bien qu'elle se combine avec une portion d'air in-» flammable (gaz hydrogène) pour former de l'eau. Je » discuterai dans d'autres mémoires les motifs qu'on » peut alléguer en faveur de chacune de ces opinions. » Mais en supposant, comme il y a quelque lieu de le » croire, que la dernière soit préférable, il est aisé, » d'après l'expérience ci-dessus, de déterminer la quantité » d'eau qui se forme par la respiration, & la quantité » d'air inflammable (gaz hydrogène) qui est extraite » du poumon. En effet, puisque pour former 100 » parties d'eau il faut employer 85 parties en poids » d'air vital & 15 de gaz hydrogène, il en résulte » qu'avec 54 pouces d'air vital qui se sont trouvés » manquer, il a dû se former 32,25 g. d'eau, & qu'il » s'est dégagé du poumon du cochon-d'inde 4 grains » $\frac{5}{6}$ de gaz inflammable (gaz hydrogène) ».

par le ſang veineux, & que le gaz hydrogène eſt abſorbé par le ſang artériel.

L'expérience du docteur Hamilton prouve cette verité d'une manière encore plus directe. Il fit trois ligatures à la veine jugulaire d'un chat; ayant retiré le ſang compris entre deux de ces ligatures, il y introduiſit du gaz hydrogène, & l'y retint en fermant l'ouverture par laquelle il l'avoit introduit. Il défit alors la ligature du milieu, & le ſang compris entre la troiſième ligature & celle du milieu ſe trouva en contact avec le gaz hydrogène. Ayant au bout d'une heure retiré le ſang de la veine, il le trouva liquide, & vit qu'il avoit acquis une couleur preſqu'auſſi foncée que de l'encre.

Il fit au même inſtant deux ligatures à la veine crurale du même animal, & y intercepta pendant une heure à peu près la même quantité de ſang que dans la première expérience. L'ayant retiré, il le trouva coagulé, mais pas encore aſſez pour qu'il ne fût plus miſcible à l'eau; il ajouta à ces deux portions de ſang d'égales quantités d'eau. Celle qui avoit été expoſée au gaz hydrogène lui communiqua une teinture plus foncée que celle qui avoit été retirée de la veine crurale.

Ces expériences prouvent, 1°. que la diffé-

rence qui exiſte entre la couleur du ſang veineux & celle du ſang artériel, provient du gaz hydrogène; 2°. que ce gaz retarde la coagulation du ſang.

Le ſang artériel éprouvant donc le même changement de couleur dans les veines capillaires que lorſqu'il eſt expoſé au gaz hydrogène, on peut conclure, avec M. Lavoiſier & le docteur Crawford,

1°. Que le changement de couleur que le ſang éprouve dans les veines provient de ſa combinaiſon avec ce principe.

2°. Qu'en paſſant au travers les poumons, le ſang abandonne une partie de l'hydrogène qu'il contenoit, & qu'il reprend alors ſa couleur vermeille.

3°. Que la *chaleur animale* dépend de la décompoſition de l'air vital.

Mais comme tout le gaz hydrogène retiré des matières animales tient en diſſolution du carbone, il arrive que pendant la reſpiration l'air vital qui eſt reçu dans les poumons ſe combine avec l'hydrogène carboné dégagé du ſang, & forme du gaz acide carbonique avec le carbone & de l'eau avec l'hydrogène.

Si le carbone n'étoit point diviſé, il ne ſe combineroit point à la *température* de 30 de-

grés environ avec l'air vital ; mais étant tenu en diſſolution, ſes molécules ſont écartées, & ont alors plus d'attraction pour l'oxigène.

On ne peut point objecter que le gaz hydrogène & l'air vital mêlés enſemble ne ſe combinent point, à moins qu'on ne leur préſente un corps enflammé ; en effet, les expériences du docteur Prieſtley & celles de M. Berthollet prouvent que le gaz hydrogène, dans ſon *état naiſſant* (ou, ce qui revient au même, l'hydrogène n'ayant plus que très-peu d'adhérence avec le corps auquel il eſt combiné), eſt capable de contracter une union avec l'air vital. Il eſt clair que dans cette circonſtance il y a une attraction de moins ; car les matières animales ne contiennent pas de gaz hydrogène, mais de l'hydrogène.

Je dois obſerver que l'opinion du docteur Crawford ne diffère de celle que je viens d'énoncer qu'en ce que ce célèbre phyſicien nomme principe inflammable la ſubſtance que j'ai déſignée par la dénomination de gaz hydrogène carboné.

CHAPITRE NEUVIÈME.

La capacité *du ſang artériel eſt plus grande que celle du ſang veineux.*

Le docteur Crawford a mêlé avec de l'eau du ſang artériel & du ſang veineux retiré de différens animaux à diverſes *températures*, & a conſtamment trouvé, après avoir fait les corrections néceſſaires, que la *capacité* du ſang veineux eſt à celle du ſang artériel comme 10 : 11,5 à peu près.

Je dois obſerver que la détermination de ce rapport eſt extrêmement difficile ; car il faut joindre aux ſources d'erreurs énoncées dans les chapitres précédens, la prompte coagulation du ſang. Le docteur Crawford, après avoir fait un grand nombre d'expériences & les avoir variées de différentes manières, a trouvé qu'en mêlant 12 parties d'eau avec 1 de ſang, la coagulation n'a lieu qu'au bout de pluſieurs heures (*a*).

(*a*) Le docteur Crawford conclut de ces expériences, que le *calorique ſpécifique* du ſang artériel eſt plus grand que celui du ſang veineux ; mais elles indiquent

CHAPITRE DIXIÈME.

Résultats de quelques expériences faites par le docteur Crawford, sur plusieurs animaux.

Ces expériences prouvent, 1°. que la différence qui exiſte entre la couleur du ſang veineux & celle du ſang artériel, eſt moins ſenſible lorſqu'un animal eſt placé dans un milieu chaud, que lorſqu'il ſe trouve dans un milieu froid ; 2°. qu'un animal placé dans un milieu froid, conſomme plus d'air dans un tems donné, que lorſqu'il eſt placé dans un milieu chaud.

Le docteur Crawford a fait auſſi quelques expériences ſur la combuſtion de la cire, du ſuif, de l'huile & du charbon, & il en conclut que la quantité de *calorique* qui ſe dégage pendant l'altération d'une certaine quantité d'air vital par la reſpiration d'un animal, eſt égale à celle qui ſe dégage pendant la combuſtion de la cire ou du charbon dans la même quantité d'air vital.

ſeulement, ainſi que nous l'avons prouvé ci-deſſus, que la *capacité* du ſang artériel eſt plus grande que celle du ſang veineux.

Ces expériences ſont faites avec ſoin, mais ſur de très-petites quantités ; elles ſeroient peut-être ſuſceptibles de quelques réflexions ; mais comme elles ne ſont pas néceſſaires aux conſéquences qui dérivent de cet ouvrage, je me contenterai de les avoir indiquées.

La ſuite dans le prochain Volume.

NOTE

Sur un Accident arrivé à M. PELLETIER.

JE travaillois avec M. Donadei à l'examen du phoſphate calcaire qu'il a rapporté d'Eſpagne, & faiſois quelques expériences comparatives.

J'avois diſtillé environ une once d'acide phoſphoreux (tel qu'on l'obtient du déliquium du phoſphore) dans une petite cornue à l'appareil au mercure, & j'en avois obtenu quelques pouces d'air.

Deſirant connoître la nature de cet air, j'en mis dans une petite cloche, & je la portai dans une cuve à eau.

1°. Je vis que cet air n'étoit point abſorbé par l'eau.

2°. Je fis paſſer dans environ un pouce de cet air un pouce d'air ordinaire ; leur mélange ſe fit ſans préſenter de phénomènes particuliers. La même expérience fut répétée d'une manière inverſe.

3°. Je fis paſſer (toujours ſur l'eau) dans une petite cloche cylindrique , un pouce de cet air & un pouce de gaz oxigène ou déphlogiſtiqué ; leur mélange ſe fit encore ſans préſenter aucun phénomène, même en procédant inverſement.

4°. Alors je fis paſſer dans un pouce de cet air un pouce de gaz nitreux ; leur mélange produiſit un nuage épais & blanc.

5°. Dans une cinquième expérience , j'ai commencé par faire paſſer dans une cloche cylindrique un pouce de cet air retiré de la diſtillation de l'acide phoſphoreux, j'y introduiſis enſuite un pouce d'air déphlogiſtiqué ; leur mélange ſe fit paiſiblement, comme dans la troiſième expérience. Mais ayant voulu y faire paſſer un pouce de gaz nitreux, il ſe produiſit une détonnation inſtantanée , la cloche fut briſée en mille morceaux ; j'en ai trouvé des portions à 25 pieds de diſtance : la partie de la cloche

que

que je tenois de la main gauche dans l'eau, a resté d'un seul morceau; il n'y a que la portion qui étoit au dessus de l'eau, laquelle renfermoit les airs, qui a été brisée. J'ai été frappé sur les deux yeux des éclats de la cloche; la sclérotique de l'œil droit a été coupée d'environ trois lignes, & la paupière inférieure de l'œil gauche a été non-seulement piquée, mais elle a encore reçu une forte contusion, ayant été sans doute frappée par une partie arrondie de la cloche.

Réflexion.

Dans le courant de la distillation de l'acide phosphoreux, j'avois cru reconnoître (par les bulles qui s'échappent lorsque l'on change les cloches) l'odeur du gaz hydrogène phosphoré; d'après cela, je n'opérois qu'en petit & sur l'eau, & j'étois bien éloigné d'attendre une explosion, d'autant que cet air s'étoit mêlé au gaz déphlogistiqué sans s'enflammer, comme cela arrive avec le gaz hydrogène phosphoré pur.

Je crois cependant que cet air est analogue au gaz hydrogène phosphoré; mais il n'est point aussi inflammable que celui que l'on obtient en traitant le phosphore avec l'alkali caustique;

voilà pourquoi j'ai pu l'unir au gaz déphlogistiqué sans qu'il y ait eu de détonnation. Il arrive aussi que le gaz hydrogène phosphoré le plus inflammable perd de ses propriétés lorsqu'on le garde quelque tems. J'ai aussi fait passer du gaz déphlogistiqué dans du gaz hydrogène phosphoré très-inflammable sans qu'il y ait eu de détonnation; mais je présume que si l'on venoit à y faire passer du gaz nitreux, alors il y auroit une forte détonnation, & le chimiste ou physicien qui tenteroit de pareilles expériences, auroit à prendre ses précautions. Il est aisé de rendre raison de ce phénomène.

Quant au gaz hydrogène phosphoré que j'ai obtenu de la distillation de l'acide phosphoreux, l'on peut le concevoir d'après la théorie nouvelle, en admettant la décomposition de l'eau, laquelle aura fourni le gaz inflammable qui, uni à une portion de phosphore, aura produit le gaz hydrogène phosphoré; & cette décomposition n'a lieu que vers la fin de la distillation de l'acide phosphoreux, lorsque celui-ci est presque à siccité dans le fond de la cornue; alors le phosphore qui y est contenu décompose l'eau (comme le fait le fer), & le gaz oxigène ou air pur séparé de l'eau, s'unit à une portion de phosphore; tandis que l'air

inflammable, autre principe de l'eau, devenu libre, ſe dégage combiné à une très-petite quantité de phoſphore, & dans l'état de *gaz hydrogène phoſphoré ;* mais il n'eſt pas aſſez chargé de phoſphore pour s'enflammer lorſqu'on le met en contact avec l'air atmoſphérique.

P. S. Depuis mon accident, j'ai plongé une bougie allumée dans ce gaz retiré de la diſtillation de l'acide phoſphoreux, & ce gaz s'eſt enflammé.



EXTRAIT

D'UNE LETTRE

DE M. SCHURRER,

Professeur de Chimie & de Physique à l'Ecole d'Artillerie de Strasbourg,

A M. BERTHOLLET.

...... J'AI eu l'avantage de voir chez M. Paets Van-Trooftwyk la belle expérience sur la résolution de l'eau en gaz oxigène & hydrogène par l'étincelle électrique, & la recomposition de l'eau par la combustion de ces gaz.

J'aurai l'honneur, Monsieur, de vous donner quelques détails qui pourront peut-être servir à faire répéter cette expérience avec plus de facilité. L'instrument que M. Van-Trooftwyk emploie est un tube de verre de 1 ½ ligne de diamètre & de 10 pouces de longueur. On en ferme un bout hermétiquement à la lampe

d'émailleur, après y avoir fait paſſer un fil d'or fort mince (d'$\frac{1}{12}$ de ligne de diamètre) qui ſe ſoude très-bien avec le verre, & qui ſert à conduire le fluide électrique dans l'intérieur du tube. La longueur de ce fil eſt relative à la quantité des deux gaz qu'on veut produire avant de les enflammer. Dans l'inſtrument de M. Van-Trooſtwyk, ce fil entre dans le tube de 1 $\frac{1}{2}$ pouce : on introduit par l'autre extrémité ouverte du tube un fil d'or ſemblable qu'on peut faire avancer ou reculer librement dans le tube, enſuite on remplit le tube, d'eau privée d'air autant qu'il ſe peut ſous le vide de la pompe pneumatique ou par l'ébullition, & on le place dans un petit vaiſſeau de façon que ſon ouverture ſoit couverte d'eau.

Le ſuccès de l'expérience dépend de la juſte force de l'étincelle électrique. L'étincelle d'un conducteur ſimple, même de la grande machine électrique du cabinet de Teyler, ne ſuffit pas, il faut employer néceſſairement une bouteille de Leide ; celle de M. Van-Trooſtwyk a environ 120 pouces quarrés de ſurface armée : mais de l'autre part, une étincelle trop forte briſe immanquablement ce tube. Pour parvenir donc à trouver la juſte force de l'étincelle électrique ſans riſquer de caſſer le tube,

on éloigne le fil d'or inférieur du ſupérieur d'environ 1 ½ pouce, & on le fait communiquer avec la ſurface extérieure de la bouteille de Leide. On appuie l'extrêmité du fil ſupérieur qui ſort du verre contre une grande boule de cuivre iſolée, qu'on peut éloigner plus ou moins du conducteur de la machine électrique ; on fait paſſer enſuite de petites étincelles par le tube (bien ſéché extérieurement), & on en augmente *peu à peu* la force, juſqu'à ce que l'on voye naître à chaque étincelle une quantité de très-petites bulles de fluide élaſtique qui ſe raſſemblent au haut du tube.

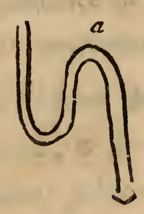
Ayant ainſi trouvé la force ſuffiſante de l'électricité, on approche avec précaution le fil inférieur du ſupérieur, juſqu'à ce qu'à chaque étincelle il paroiſſe dans l'obſcurité un petit point lumineux d'environ une demi-ligne de long, au bout des deux fils dans l'eau ; cette diſtance eſt alors la plus favorable pour l'expérience, car en approchant plus les fils, l'étincelle électrique paſſe en rayon continu à travers l'eau & briſe le tube ; ce qui n'arrive pas lorſqu'on procède avec les précautions indiquées.

Il faut environ 600 étincelles pour pro-

duire dans le tube une colonne de fluide élastique de 1 $\frac{1}{2}$ pouce de long ; l'étincelle électrique paſſant à travers ce fluide, l'enflamme, & il ne reſte ordinairement qu'une très-petite bulle d'air, parce qu'il eſt très-difficile d'en priver l'eau totalement. Mais en répétant l'expérience trois ou quatre fois de ſuite avec la même eau, en faiſant ſortir à chaque fois la petite bulle reſtante, l'inflammation ſe fait à la fin ſans aucun réſidu aériforme quelconque.

M. Van-Trooſtwyk a obtenu, par un procédé ſemblable, du gaz oxigène de l'acide ſulfurique. L'acide muriatique ne fournit que du gaz hydrogène, l'oxigène étant abſorbé par l'acide qui devient oxigéné.

Pour éviter d'autant plus sûrement que le tube ne ſe briſe par la réaction de l'eau ſur ſes parois, M. Van-Trooſtwyk y fait une double courbure



& il y introduit en *a* une petite bulle d'air,

qui, en cédant à l'expanſion de l'eau, en diminue l'effet ſur le tube ; mais cet air, en ſe diſſolvant dans l'eau, empêche, à mon avis, que l'expérience ne ſe faſſe avec toute l'exactitude poſſible.

Fin du cinquième Volume.

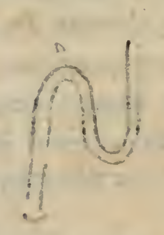
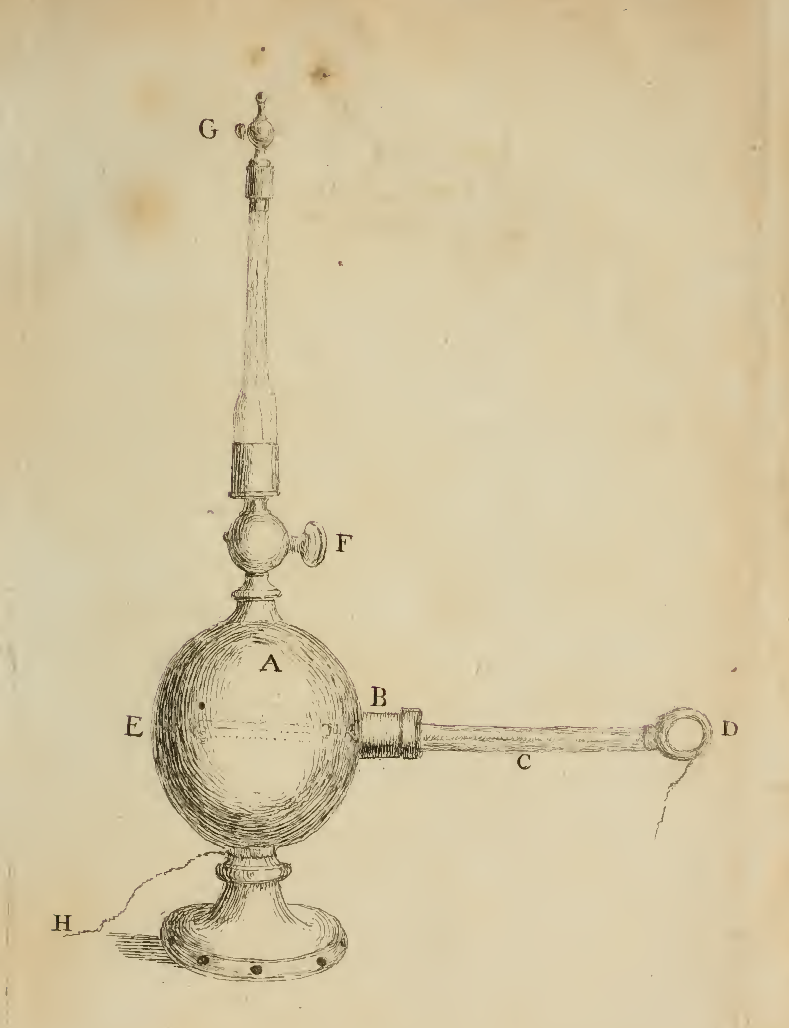


TABLE
DES ARTICLES
Contenus dans ce Volume.

Fin de la Table.


G
F
A
B
E
D
C
H

